

128.

SZÁM

SZENT ISTVÁN KÖNYVEK

128.

SZÁM



IFJ. DR KENDI FINÁLY ISTVÁN

VITAMINOK ÉS HORMÓNOK



BUDAPEST
SZENT ISTVÁN
TÁRSULAT
KIADÁSA

VITAMINOK ÉS HORMÓNOK

IRTA

IFJ. DR KENDI FINÁLY ISTVÁN

VEGTÉSZMÉRNÖK, KIRÁLYI S. VEGYÉSZ,
FÖLDMIVELÉSÜGYI MINISZTERI SZAKELŐADÓ



SZENT ISTVÁN-TÁRSULAT
AZ APOSTOLI SZENTSZÉK KÖNYVKIADÓJA
BUDAPEST

Kiadja a Szent István-Társulat.

STEPHANEUM NYOMDA ÉS KÖNYVKIADÓ R. T.

Budapest, VIII., Szentkirályi-u. 28. — A nyomdáért felelős: ifj. Kohl F.

I. Bevezető.

A XIX. század, a nagy felfedezések kora, addig el sem képzelhető hatalmas lépésekkel vitte előre a természettudományokat. Ma könnyen megértjük, hogy mindez csak édeskevés betekintést nyújt az emberi szemnek és értelemnek a Teremtő csodálatosan megszervezett egészének, a világmindenségnek titkaiba. Az akkoriban megnyílt beláthatatlan távlat azonban sok kutató tárgyilagosságát megzavarta s ma már bevallhatjuk, hogy a túlzott remény sokszor csalódásokat okozott, mikor a megoldottnak látszó kérdések szinte a befejezés pillanatában egész sereg új rejtélyt vetettek felszínre. Így volt pl. a táplálkozás tanával is. *Liebig* és *Voit* szorgos munkássága megállapította, hogy az emberi szervezetnek, mint műszaki gépnek fenntartására mennyi energia szükséges és hogy ezt az erőkészletet a táplálékunkat képező fehérjékből, zsírokból, szénhidrátokból, különféle ásványi sókból és vízből merítjük. Kiderült, hogy a fehérjékre testünk felépítésénél, a növekedésnél s az elhasznált sejtanyag felújításánál van szükségünk, a zsírok és szénhidrátok pedig inkább mint «fűtőanyagok» szerepelnek, az elégetésük révén fejlődő energia és hő teszi ugyanis lehetővé a testünket alkotó sejtek munkáját, tehát ú. n. élettevékenységünket. Fáradságos és aprólékos mérésekkel meghatározták, hogy pl. egy átlagos súlyú (65 kg-os), középnehéz munkát végző férfinak naponta 118 gramm fehérjére, 56 g zsírra és 500 g szénhidrátra van szüksége. Ezek után persze a táplálkozás egyszerű kémiai műveletnek látszott,

ismert mennyiségű tápanyagot kell megfelelő formában a szervezetbe juttatni s a létfenntartás ezzel biztosított-nak mondható. Az élet azonban rácsfolt minderre. *Liebiget* még szinte kinevették, mikor azt merte állítani, hogy az élesztő sejtjei vegyileg tiszta oldatokban nem bírnak növekedni, s hogy a tápanyagok gondos tisztogatósa révén a «*bios*» (görögül = élet) nevű nélkülözhetetlen anyag tulajdonképpen veszendőbe megy. A *bios*-elméletet kézlegyintéssel elintézték az akkori szakkörök. Az igazság mégis derengeni kezdett, ha lassan is, de annál nagyobb biztossággal. *Bunge* német vegyész már a múlt század nyolcvanas éveiben rájött arra, hogy természetes táplálékkal etetett állatok sokkal gyorsabban és jobban fejlődnek, mintha a tudósok által kiszámított mennyiségű és minőségű vegyileg tiszta alapanyagokat adagolják nekik. 1905-ben egereken folytatta kísérleteit, melyek megerősítették régi tapasztalatait. A megadott mennyiségű fehérjét, zsírt, szénhidrátot és ásványi sókat annak rendje és módja szerint megkapták az egérkéi, mégis egy idő múltán étvágyuk megromlott, lesóványodtak, szőrük felborzolódott és hullani kezdett, szemük elvesztette fényét s menthetetlenül elpusztultak. Szinte érthetetlen, miért nem folytatódtak akkoriban ezek az érdekes kísérletek, melyek szinte kiáltóan jelezték, hogy a táplálkozás elméletében valami nincs rendjén. Ismét négy évnek kellett elmulnia, hogy W. *Steph* német kutató hozzáfogjon más szempontból végzett kísérleteihez. Ő is a szokásos táplálékot állította össze egerei számára, de előzőleg alkohollal és étérrel kioldott belőlük mindent, amit csak oldhattak ezek a szerek. Egerei kivétel nélkül az előbb említetthez hasonló módon pusztultak el, amiből azt a következtetést lehetett levonni, hogy az alkohol és étér valami olyan ismeretlen anyagot vesz ki a tápanyagokból, mely az élet fenntartásához okvetlen szükséges. *Axel Holst* norvég kutató egerek helyett tengeri

malacokkal kísérletezett. Gabonával történő egyoldalú táplálásnál bizony ezek is megbetegedtek és izületi daganatokat meg foghúsvérzést lehetett rajtuk észlelni. Ha aztán répát vagy gyermekláncfüvet adott nekik, szinte varázsütésre tűntek el a betegség nyomai. Hasonlót vett észre *Hopkins* angol kutató is. Fehér egerei érthetetlenül belebetegedtek az előírtasos fehérje-, zsír-, szénhidrát- és ásványi só-étrendbe, de tüstént magukhoz tértek, amikor néhány csöpp tejet is adott a táplálékukhoz. Hogy azonban egereknél és tengeri malacoknál nagyobb és emberi szempontból értékesebb állatokról is szóljunk, emlékezzünk meg *S. M. Babcock* amerikai tanárról, aki a *Liebig bios*-elméletétől elindulva tisztázni akarta táplálékunk állítólagos ismeretlen anyagainak jelenlétét. A gazdag Amerikában könnyebb volt egerek helyett teheneket szereznie s a madisoni egyetemen évek hosszú során át kísérletezett velük. Egyik csoportjukat tisztán búzával, a másikat pedig csak tengerivel táplálta. Jól fejlődtek a búzán tartott tehenei is, de a borjaik kivétel nélkül fiatalon pusztultak volt el. A tengerit evő teheneknek a borjai azonban teljesen egészségesen fejlődtek. A tengeriben kell tehát valami életfenntartó anyagnak lennie, ha nem is sikerült *Babcock*nak ezt a titokzatos szert kivonnia belőle.

Sok-sok hasonló kísérletet végeztek különböző országok szorgos kutatói s ha mai távlatunkból sötétben tapogatódzásnak nézzük is munkájukat, el kell ismerünk, hogy ebből a számtalan kis téglából épült fel lassan a táplálkozás és életfenntartás tanának ma még korántsem befejezett tárháza.

1911 a *vitaminok*nak tulajdonképeni születési éve, ami a nevüket illeti. *Funk* lengyel biokémikus nevezte el ezeket a titokzatos, ismeretlen anyagokat vitaminoknak. A «*vita*» szóval az életfenntartásban való fontosságukat akarta jelezni, az «*amin*» pedig arra vonatkozott, hogy

vegyileg azonosak vagy hasonlóak a nitrogénből és hidrogénből álló (NH_2) amino- vagy amido-csoportokat tartalmazó szerves vegyületekkel, melyeket a vegyészek aminoknak neveznek. Meg kell jegyeznünk, hogy ez utóbbi feltevése *Funk*nak egyáltalán nem vált be, az eddig tiszta állapotban előállított vitaminok bizony nem aminok, de az elnevezés már annyira elterjedt, hogy a tudományos világ is általánosan elfogadta s ma ezeket a járulékos vagy kiegészítő tápanyagokat kizárólag ezen a néven emlegetjük.

A világháború kettős hatással volt a táplálkozásban fejlődésére. Egyrészt elhallgattatta a tudomány múzsáit és kényszerű szünetet okozott a kutató laboratóriumok munkásságában, legalább is Európában. Másrészt azonban az orvosoknak, vegyészeknek és biológusoknak alkalmat adott arra, hogy addig nem is képzelt méretű emberkísérletekből szűrhessenek le nagyon értékes tanulságokat. Így aztán az egerek, tengerimalacok, patkányok és tehenek után a világháború nemzedéke akaratlanul is a saját bőrén szerzett tapasztalatokat. A későbbi fejezetekben többször lesz alkalmunk ilyen észleleteknek tudományos felhasználásáról megemlékezni, most csak mutatóba közlünk egy tanulságos esetet, melyet persze a szereplői bizonyosan nem tartottak akkoriban olyan érdekesnek, mint mi, akik okulhatunk a kárukon.

A német hadvezetőség a «*Kronprinz Wilhelm*» nevű pompás személyhajót a háború elején segédcirkálónvá alakította át. Fedélzetén leplezett ágyúk húzódtak meg, egykor ragyogó termeit szeneszsákok csúfították el, de feladatát jól elvégezte. Hazájától távol cirkált, Észak-amerika keleti partvidékén, élelemben azonban nem volt hiánya. Az ellenséges teherhajóktól zsákmányolt margarin, liszt, kétszersült, konzerv és húsfélék színültig megtöltötték raktárait s a legénység mégsem érezte magát teljesen egészségesnek. Nap-nap után panaszkod-

nak az emberek idegfájdalmakról, légzési nehézségekről, szívdobogásról. Hol a gyomruk nincs rendben, hol izületeik dagadnak meg, hol pedig napokig nem gyógyulnak meg sebeik vagy tört csontjaik. A tiszteteknek eszébejut, hogy ilyen tünetekről olvastak volt régi könyvekben. Konzerven élő legénység kapott néha ócska vitorlásokon egy *«beri-beri»*-nek nevezett betegséget, amely aztán szármalmas roncsokká tette az életerős férfiakat. Node itt csak nem lehet szó egyoldalú konzervtáplálékról? Hiszen dúskáltak a fehér kenyérben, burgonyában, sajtban, margarinban, kávéban, teában, cukorban. Hiába törték a fejüket, ez nem mentette meg őket attól, hogy rövid idő múlva ágnak ne essék száztíz ember az ötszáz főnyi legénységből. A többinek munkaképessége is erősen megfogyatkozott, szénük is a vége felé járt, mit volt mit tenni, 1915 április 11-én befutott a hajó Newport News amerikai városka akkor még semleges kikötőjébe. A különös betegség híre nagy szenzációt keltett. Seregestől lepték el a német cirkáló fedélzetét szakorvosok, hivatalnokok és újságírók. A betegeket elhalmozták a különböző latin nevek egész légiójával, egyesek a beri-berit emlegették, mások valami lappangó fertőző kórra gyanakodtak. Persze a betegek állapota mindettől cseppet sem akart megjavulni. Az orvostudomány nem vett még tudomást az előbb említett érdekes állatkísérletek gyakorlati hasznáról s így a hivatásos gyógyítók egyike sem gondolt arra, hogy táplálkozási zavar okozhatta a különös tüneteket. Szerencsére akadt egy *«izgága»* kis newyorki élelmiszervegyész, A. W. McCann, aki olvasta Hopkins cikkeit a tejnek a fehér patkányokra gyakorolt fontos hatásáról. Némi utánjárással sikerült bejutnia a hajó fedélzetére neki is, mint nem-orvosnak. Elővette a hajó orvosát és a szakácsot. Hamarosan kisült, hogy az étlapon húson, fehér kenyéren és süteményeken kívül csak konzervtej, konzervzöldség, konzervgyümölcs sze-

repelt. Sem friss gyümölcs, sem friss zöldség nem került soha az asztalra. Nos, akkor azonnal adjanak szegényeknek barna kenyeret, korpalevest és sok friss tejet, gyümölcsöt, zöldséget, ajánlotta *McCann*. A hajóorvos és a szakács nem sokat töprengett. A sok szakorvos hiába írta elő a kezelés módját, semmit sem használt. Ártani ennek a fiatal élelmiszervegységnek a kúrája sem fog. Megkezdtek a kísérletet. Addig naponta szaporodott a hajó kórházában a betegek száma. Másnap nem lépett fel újabb megbetegedés. Harmadnap lényegesen jobb a betegek közérzete. Egy hét múlva néhány tengerész már gyógyultan kel ki ágyából s pár hét múlva szinte nyoma sincs a betegségnek.

Amerikában persze könnyű volt megfelelő táplálékról gondoskodni. A háborús Európában azonban bizony szomorúbban végződtek az akaratlan emberkísérletek. Sok ezerre rúg azoknak a férfiaknak, nőknek s főleg kis gyermekeknek a száma, kik a háború okozta nélkülözések és még inkább a háború befejeztét követő szomorú, înséges évek rossz táplálkozási viszonyai miatt pusztultak el. A semleges országok mindettől meg voltak kímélve s ez okozta, hogy a táplálkozástan tudományában a központi hatalmak tudósai a háború utáni években nem bírták a versenyt. Annál méltóbb az elismerésre, hogy ezt a hátrányt teljesen be tudták hozni s mint később látni fogjuk, Magyarország is büszke lehet a szakemberei elérté szép eredményekre, melyeket ma már az egész világ méltányol!

Hogy azonban visszatérjünk táplálkozásunk nyersanyagaira, röviden megemlékezünk arról, hogy testünk anyagcseréjének bonyolult vegyi folyamatai az életvegytan jelenlegi állása szerint három nagy csoportba oszthatók:

Az egyik az életfolyamathoz szükséges energia előteremtése. Testünk ezt a táplálékunkban felvett anyagok

elhasználása, ú. n. lebontása és lassú elégetése révén hozza létre.

A másik az anyagkészleteknek szükség esetére való tárolása. Átmeneti raktározás céljából glikogén formájában, állandó tárolásra pedig zsírok alakjában teszi félre testünk a tartalékait.

A harmadik folyamat az építés és pótlás, melynek révén szervezetünk állaga fennmarad, nő vagy csökken.

A három folyamat különbözőségéből láthatjuk, milyen sokoldalú irányító tevékenységre van szüksége szervezetünknek, hogy minden folyamat a maga rendje és módja szerint játszódjék le, azaz egészségesen érezhesük magunkat. A táplálék alakjában felvett vegyületek lehető legjobb értékesítése, megemésztése, a vérbe juttatása, a nem értékesíthető résznek és a lebontásból származó káros hatású vegyületeknek gyors eltávolítása az első csoport legfontosabb feladatköre. Mennyi anyag tároltassék glikogén alakjában s mennyi jusson el zsír formájában testünk különböző szöveteibe; ha nincs elegendő tartalék, kellő hiányérzetek jussanak el agyunkba, ez a hatásköre a második csoportnak. S végül a harmadik csoportnak kell intéznie azt, hogy hol, milyen formában és miként pótol tassanak a használatban elkopott felhámrétegek, elöregedett sejtek, esetleges sebek stb.

A hármás irányú nehéz feladatot bizonyos különleges hatású vegyi anyagok intézik el és irányítják, ezek gondoskodnak arról, hogy a kellő harmónia meglegyen az egymással sokszor ellentétes folyamatok között. Ezeknek az irányító anyagoknak az a különlegességük, hogy igen kis mennyiségben is rendkívüli hatásosak, de mindig csak bizonyos anyagokra vagy szövetelemekre, vagy csak egyetlen szervünkre vannak befolyással. Mai tudásunk szerint ezeket az irányító, vezérlő anyagokat is három csoportba sorozhatjuk s ezt a hármás felosztást kívánom könyvemben is követni. Az életünk fenntartásához csak

igen kis mennyiségekben, de mégis elengedhetetlenül szükséges anyagoknak három fajtájával fogunk tehát megismerkedni és pedig :

1. *Erjesztőkkel* (más néven fermentekkel, enzimekkel vagy katalizátorokkal), melyeket szervezetünk arra használ, hogy a szükséges vegyi folyamatokat meggyorsítsa,

2. *Vitaminokkal*, melyek testünk fejlődését döntően irányítják, és

3. *Hormónokkal*, melyek útján szervezetünk a vér közvetítésével eljuttatja parancsait a különböző, egymástól távoleső szervekhez.

Vegyük már most ezeket szép sorjában szemügyre.

II. Erjesztők.

A biokémikusok meghatározása szerint az erjesztők (fermentek, enzimek) olyan anyagok, amelyeket élősejtek termelnek, amelyek a meleg iránt nagyon érzékenyek és főzés által rendszerint elpusztulnak, s amelyek igen kis mennyiségben is befolyásolni tudnak bizonyos vegyi folyamatokat anélkül, hogy ők maguk a folyamatok révén észrevehető minőségi vagy mennyiségi változást szenvednének. Az erjesztők továbbá mindig különleges hatásúak. Emil Fischer híres német vegyész az erjesztőknek a különféle anyagokra gyakorolt hatását a kulccsal és a zárjával hasonlította össze, a zárat csak a saját kulcsa tudja kinyitni. Egy bizonyos fajta erjesztő pedig csak egy bizonyos fajta vegyületen tud bizonyos változásokat előidézni, a fehérjebontó erjesztőknek nincs hatásuk a zsírokra, a szénhidrátokat szétbontó erjesztők nem bántják sem a fehérjéket, sem a zsírokat stb.

Táplálékunk felszívódásának, azaz szervezetünk által hasznosításának első lépése az emésztés. A sok összetett, ú. n. nagymolekulájú vegyületet olyan egyszerű anyagokká kell szétszednünk, amelyeket aztán a vékonyfalú belsejtek át tudnak venni. Ebben a folyamatban vannak nagy segítségünkre az erjesztők, melyek már a szájban megkezdik működésüket. Táplálékunk három főcsoportja szerint az erjesztőket is három részben tárgyalhatjuk. A fehérjét bontó erjesztők közé tartozik a *pepszin*, mely úgyszólván valamennyi gerinces állat gyomornedvében megtalálható. Ez a proteineket peptonokká

hidrolizálja a gyomorsav segítségével. A hasnyálmirigy váladékában egy másik, *tripszin* nevű erjesztő van, mely a fehérjéket részben polipeptidekre, részben aminosavakra bontja. A fehérjék lebontását tovább folytatja a vékonybélben található erjesztő, az *erepszin*.

Ugyancsak a hasnyálmirigy nedvében van a zsírbontó erjesztő is, a *lipáz*, melyet sok más szervünk kivonatában is ki tudtak mutatni a kutatók.

A szénhidrátok lebontását végzi a nyálban lévő *ptialin*, mely a keményítőt alakítja át a sejtfalakon könnyebben áthaladó egyszerű cukrokká, aztán a hasnyálmirigy nedvének *diasztáza*. A vékonybél különböző részeiben képződik továbbá az *invertáz*, mely a nádcukrot, a *laktáz*, mely a tejcukrot s a *maltáz*, mely a maltóz nevű cukrot bontja szét egyszerű cukrokra.

Vannak ezenkívül ú. n. ellentétes erjesztők is, melyek az erjesztők munkásságát mintegy szabályozzák azáltal, hogy túlságosan erős működésük esetén az ellentétes vegyi folyamatokat indítják meg. Ezek védik meg továbbá a testünket alkotó anyagokat az erjesztőktől. hiszen nélkülük belső szerveink, a belek, szövetek stb maguk is lebontódnának.

Az emésztés erjesztőin kívül van még egy sereg más erjesztő is, melyek az anyagcserét, a szövetekben végbe-menő oxidációs és redukciós folyamatokat szabályozzák, gyorsítják vagy lassítják. A kutatók egész serege dolgozik ma már e téren s az újabb szakirodalmi adatok szerint a fehérjéknek, zsíroknak és szénhidrátoknak lebontása és felszívódása sem olyan egyszerű, mint amilyennek az előbbiekben vázoltuk volt. Sok más erjesztő, oxidáz, kataláz, autolitikus erjesztő stb. játszik még többé-kevésbé fontos szerepet szervezetünk anyagcseréjében. Ezeknek részletes ismertetése azonban túlhaladná e könyv kereteit és csak zavarná az áttekinthetőség könnyűségét.

Említésreméltó mégis az újabb kutatási eredményeken felépült egyik elmélet, melynek segítségével némi világosság vetődött az erjesztők különleges hatásmódjának kérdésére. A cukorból alkoholt készítő erjesztőnek, a *zümáznak* vizsgálata során azt tapasztalták ugyanis, hogy bizonyos módon, pl. zselatinhártyán átszűréssel kétféle anyaggá lehet szétválasztani a rendesen sörélesztőből sajtolással előállított zümázot. Ha a szűrést helyesen végezték, két olyan folyadékot kapnak, amelyek közül egymagában egyik sem alkalmas arra, hogy cukoroldatban erjedést idézzon elő. Ha azonban a két elkülönített folyadékot ismét összeöntjük és így adjuk a cukoroldathoz, élénk erjedés kezdődik. A két folyadék közül az egyik a meleggel szemben igen érzékeny, a másik azonban hosszabb ideig tartó főzést is kibír változás nélkül. Ez utóbbit *Euler* és *Myrbäck* kutatók *ko-zümáznak*, kiegészítő részét, az előbbi pedig *apo-zümáznak* nevezték el. A zümáz tehát csak a ko-zümáz jelenlétében hatásos. Erjedés közben a ko-zümáz lassan elfogy s ezért folyton gyengül az erjedés menete, végül pedig megáll. Ha újabb ko-zümáz adagot juttatunk az oldatba, ismét megindul az élénk erjedés. Hasonlót észleltek a hasnyálmirigy váladékánál. Ez sem tudja egymagában lebontani a tehérjéket, a benne lévő hatóanyag azonban a bélnedvnek egy *enterokináz* nevű váladékával egyesülve erőlyes hatású tripszinné alakul. A kialakulóban lévő elmélet ezeket a tapasztalatokat általánosítva azt állítja, hogy az *erjesztő* egy-egy molekulája általában egy úgynevezett megfordítható (reverzibilis) vegyi reakció révén áll elő egy *ko-fermentből* (ez tartalmazná a tulajdonképeni hatóanyagot) és egy *apofermentből* (ez pedig egy különleges, nagymolekulájú, úgynevezett hordozóanyag volna, mely azonban nem szükségképpen különleges, tehát többféle erjesztőnél is szerepelhet, mint hordozóanyag). A *ko-jelző* arra mutat, hogy csak valamivel

együtt hatásos, az *apo*-szócska azt jelképezi, hogy az anyag nem teljes, valami hiányzik belőle. A teljes erjesztőmolekulát azután *holo*-néven említik, ami görögül egészret jelent. Vegyészek mindezt egyenlet alakjában érzékeltetik :



A kettős nyíl a reakció kétoldalúságát jelzi, tehát nemcsak a két alkotórészből keletkezhetsz a *holo*-ferment, hanem ez utóbbi is szétbontható megfelelő módon az elemeire.

Az erjesztők (fermentek) különleges hatásmódját már most úgy magyarázzák, hogy a *ko*-fermentmolekula azt határozza meg, hogy milyen módon hat az erjesztő, az *apo*-ferment azonban arra vonatkozólag irányítja a hatást, hogy milyen anyaggal szemben jöjjön létre ez a befolyás. A maga nemében tehát mindegyik alkotórész különleges (specifikus) hatású, mégis szerepelhetnek külön-külön más-más erjesztők összetételében. *Emil Fischer*nek előbb említett hasonlatát a kulcsról s a záróról úgy kellene tehát módosítanunk, hogy a pénzszekrény összetett zárjának kinyitásához két kulcsra van szükség, egy fő-kulcsra, a *ko*-fermentre és egy különleges pótkulcsra, az *apo*-fermentre. Az erjesztők hatásmódja egyes kutatók szerint igen sok hasonlóságot mutat a vitaminok és hormonok hatásmódjával. Az *apo*-ferment elmélettel pl. meg lehet magyarázni, hogy ugyanaz az anyag (nemi hormonok) miért fejt ki egészen különböző hatást a szervezet különféle részeiben. A hatóanyag *ko*-ferment-szerű alkotórésze ugyanis a vérkeringésbe jutva a szervezet minden részébe elkerül, de csak ott alakul át teljesen hatásos *holo*-fermentté, ahol a reá váró *apo*-fermentszerű, esetleg különféle kiegészítőrészekkel egyesülhet. Ugyanaz a *ko*-ferment tehát különféle hatást fejthet ki aszerint, hogy milyenfajta *apo*-fermentekkel egyesül a test különböző részeiben. Lehetséges így,

hogyan a vitaminoknak és hormonoknak sokfajta hatását is ehhez hasonló módon lehet majd megmagyarázni.

A vitaminok fejezetében hasonló esettel fogunk találkozni, akadnak ugyanis olyan pro-vitaminoknak nevezett anyagok, melyek csak a szervezetben alakulnak át bizonyos körülmények közt igazi, hatásos vitaminokká. Talán ennek is valami ilyen kiegészítő anyaggal való egyesülés a magyarázata.

III. Vitaminok.

Tulajdonképpen milyen anyagok is a vitaminok? A bevezetőben láttuk, hogy táplálékunk fehérjéből, zsírból, szénhidrátokból, ásványi sókból és vízből áll. Ha azonban vegytiszta állapotban kapnók ezeket, rövidesen a betegségek egész sorát tapasztalhatnók magunkon. Hiába próbálnók a vegytisztán kapott táplálék mennyiségét növelni, ez nem segítene bajunkon. Valami olyan anyagra van tehát még szükségünk az előbb említett alapanyagokon kívül (melyeknek viszont bizonyos legkisebb mennyisége okvetlen szükséges), mely nem annyira mennyiségével, mint inkább pusztja jelenlétével hat szervezetre. A hormonok tárgyalásánál látni fogjuk azonban, hogy ezek is olyan anyagok, melyek pusztja jelenlétükkel tudják szerveink működését irányítani. Mi hát a különbség a két csoport között? Nagyjából azt mondhatnók, hogy a vitaminokat csak növények tudják előállítani az élelanyagokból, napfényből, vízből és levegőből, míg a hormonok készítésére az állati szervezet is képes. Hangsúlyoznunk kell, hogy ez a meghatározás csak nagyjából áll fenn, mert egyes állatok szervezete saját maga is létre tud hozni bizonyos vitaminokat, viszont egyes növények élettevékenységében hormonszerű szabályozóanyagok jelenlétét tudták egyes kutatók kimutatni. Pontosabb meghatározást csak emberi szempontból adhatunk s ez aztán érvényes is a mai tudományos felfogás szerint testünk életfolyamatait szabályozó anyagokra. Eszerint ugyanis *a vitaminok olyan szerves anyagok, melyek testünk bizonyos*

életfolyamatait nem mennyiségük vagy kalórikus (táp) értékük révén, hanem pusztán jelenlétükkel szabályozzák, s amelyeket testünk nem bír előállítani, hanem táplálékunkban készen kap.

Bizonyos ideig elviseli szervezetünk azt is, ha teljesen vitaminmentes táplálékot kap. Egyes szervekben és szövetekben ugyanis némileg felraktározódhatnak a vitaminok, vagy az egyik vitamin hiányát bizonyos ideig valamelyik másiknak a jelenléte is pótolhatja. Előbb-utóbb azonban zavarok kezdenek beállni egyes szerveink működésében. Ezeket a zavarokat és betegségeket hiánybetegségeknek, vitamintalanságnak, műszóval avitaminózisoknak nevezzük. Ha még kellő időben megfelelő vitamint juttatunk a betegnek, símán kigyógyulhat bajából. Ezzel még nem segítettünk rajta teljesen, csak a rendes mederbe tereltük életfolyamatait. Továbbra is gondoskodnunk kell arról, hogy a megfelelő fajta vitaminok kellő mennyiségben állandóan rendelkezésre álljanak a szervezetnek. Testünknek tehát állandó vitaminadagolásra van szüksége, hogy a benne tartalékként felhalmozott vitaminkészlet ki ne merüljön. Hogy testünk miért nincs berendezkedve arra, hogy ezeket a piciny mennyiségben, de életbevágóan szükséges anyagokat maga is elő tudja állítani, erre több elmélet igyekszik kielégítő választ adni. Egyesek szerint az ősidőkben az állati szervezet sejtjei is elő tudtak állítani vitaminokat, mert akkoriban rá voltak szorulva arra, hogy minden, az életük fenntartására szükséges anyagról saját maguk gondoskodjanak. Valahogy ahhoz kell hasonlítanunk ezt az esetet, amilyen az egyetlen sejtből álló élőlények helyzete. Ezeknél az egyetlen sejtnek kell elvégeznie az élet fenntartására kellő tevékenység minden ágazatát. Táplálkozás, szaporodás, növekedés, kiürítés, helyváltoztatás és védekezés a külvilág behatásaival szemben mind ennek az egyetlen sejtnek, hogy úgy mondjuk,

ügykörébe tartozik. Többsejtű lények már megengedhetik maguknak azt a fényűzést, hogy külön sejteket, esetleg sokszáz sejtből álló különleges szerveket építsenek különféle élettevékenységeik elvégzésére. Ezzel a specializálódással jár természetesen bizonyosfokú fejlődés, de ugyanakkor a sejtek bizonyos irányú visszafejlődése is. A soksejtű szervezetek különleges rendeltetésű szerveinek különlegesen kifejlődött sejtjei bizonyára jobban és célszerűbben végzik a számukra kijelölt munkakört, mint az egysejtű lény «polihisztor» sejtje, melynek sok más feladatról is gondoskodnia kell. Ezzel szemben azonban a különleges rendeltetésű sejt egyéb-irányú munkára rendesen alkalmatlan, tehát csak a teljes harmóniájú szervezetben, egymással összehangoltan dolgozó szervek segítségével mellett tud dolgozni vagy egyáltalán élni. Ebből a szempontból sokkal tehetetlenebb, mint az egysejt, mely magára hagyatva függetlenül is életképes. Ilyenforma visszafejlődést feltételeznek egyesek az állati szervezetben, mely az idők folyamán hozzászokott ahhoz, hogy növényi táplálékában készen kapja a vitaminokat s ezért lassankint megszűntette ezeknek mondhatni «saját üzemben» való előállítását.

Egy másik elmélet alapvetőbb elgondolású. Eszerint eredetileg minden életműködést a hormonok szabályoztak az állati szervezetben, de a hormonok lassankint vitaminokká alakulnak át. Végeredményben tehát itt is az áll elő, hogy a szervezet célszerűség okából lemond arról, hogy nehezen és sok energiával elkészíthető hormonjait saját maga gyártsa, mikor a növényekben készen kapott vitaminok ugyanezt az irányító hatást elvégezhetik. Ez az átalakulás ma is folyamatban van. A madarak, patkányok, birkák, borjúk pl. maguk is tudnak C-vitamint előállítani s ezért szervezetük nem betegszik meg, ha hosszabb ideig C-vitamint nem tartalmazó

táplálékot kapnak. Náluk még hormon-jellegű ez az irányító-anyag. A tengerimalac, a majom és az ember szervezete nem tud C-vitamint előállítani s ezért hiánybetegségbe esik, ha táplálékában nem kapja készen ezt a szabályozó anyagot.

A vitaminok egyes fajtáinak pontos kémiai összetételét még nem ismerjük teljesen, csak egy-két esetben tisztázódott ez a kérdés. Eleinte fizikai sajátásaik, mégpedig oldhatóságuk alapján osztották őket két csoportra, a vízben oldható és a zsírban oldható vitaminokra. Jobbnak látszik azonban a hatásuk szerint való osztályozás, ilyen szempontból a vitaminokat úgy szokták megjelölni, hogy milyen hiánybetegség szüntethető meg az adagolásukkal, azaz fordítva, milyen betegséget vagy tünetet idéznek elő, ha nem jutnak a szervezetbe. Rövidség kedvéért azután az ábécé egyes betűivel jelölték meg a kutatók a vitaminok egyes fajtáit. Ma már annyira nőtt a számuk, hogy a legújabb kutatások szerint 14-félét különböztethetünk meg. A vitaminok hatása hosszas kutatómunkával meglehetősen tisztázódott, hatásuknak módjára vonatkozólag azonban bizony nem sok felvilágosítást kaphatunk. Annyi bizonyos, hogy rendkívül bonyolult módon tudják a sejtek anyagcseréjét, növekedését s más élettevékenységét befolyásolni. Sokszor többféle vitamin hiánya esetén az egyiknek adagolása is megszünteti a hiánytüneteket, ami arra mutat, hogy rendkívüli esetekben egymás működését bizonyos mértékig pótolni tudják stb.

Habár az elnevezésük ábécé-sorrendje egészen önkényesen, a kutatás során alakult ki, könnyebb áttekinthetőség kedvéért ezt az egymásutánt fogjuk a részletes leírásnál irányadónak venni.

1. A-vitamin.

Felhámvédő vitamin.

Magyarul farkassötétségnek hívják azt a kellemetlen betegséget, mely abban nyilvánul meg, hogy az ember előtt alkonyatkor minden elsötétül s teljesen elveszti látóképességét. Különösen a világháborúban fordultak elő ilyen esetek a gyengén táplált fogolytáborokban. Szürkületkor egy-egy ember minduntalan eltévedt vagy beleütközött az előtte állókba. Eleinte tréfának vették az ilyesmit a többiek, el sem hitték, hogy társaik külsőleg egészen hibátlanak látszó szeme felmondta a szolgálatot, de később kiderült, hogy szomorú valóság ez a farkassötétség. Nemsokára kisült azonban az az érdekes dolog, hogy szinte varázsütésre elmúlt ez a kellemetlen tünet, ha «jóféle hazai» küldemény érkezett szalonnával, kolbásszal és hasonló földi javakkal megrakva. Egy darabig nyoma sem mutatkozott az előbbi farkassötétségnek, sőt meg sem kapták azok, akik gyakrabban jutottak ilyen szeretetsomaghoz. Nyilvánvaló tehát a farkassötétségnek a táplálkozással való összefüggése, hiszen csak olyan fogolytáborokban lépett fel, ahol egyoldalú volt a táplálék, rizsből és babból, burgonyalevesből és hasonlókból állott. A kutatók bebizonyították, hogy az A-vitaminnak elnevezett anyag hiánya okozza ezt a betegséget. Szemünkben ugyanis kétféle szerkezetű berendezés gondoskodik a látásról. Szemünk recehártyája sűrűn el van látva csapocskákkal és pálcikákkal. Az előbbiek révén tudjuk a színeket megkülönböztetni, az utóbbiak, a pálcikák, pedig arra valók, hogy a világos és sötét érzése megfelelő fényingerek hatására agyunkba juthasson. A pálcikák ezt a feladatukat úgy végzik, hogy a sötétben egy piros festék, az úgynevezett *retinabíbor* (rhodopsin) képződik bennük. Ez az anyag rendkívül fényérzékeny s a fény hatására elszíntelenedik.

Ezt a vegyi reakciót viszi azután a szemideg agyunkba, s ez kelti lelkünkben a világosság-sötétség érzését. Retinabibor azonban csak A-vitamin jelenlétében képződik. Az említett szeretetcsomagok sok A-vitamintartalmú táplálékot tartalmaztak (vaj, tojás, májashurka stb.) s ez hozta helyre a vitaminhiányban szenvedő szervezet egyensúlyát a farkas-sötétség áldozatainál. A retinabibor képződését azzal is igazolták, hogy egész éjjel sötét istállóban tartott tehenek szemét reggel sötét kendővel takarták le s így vitték vágóhídra őket. Közvetlenül levágásuk után vizsgálva biborszínű volt a szemük recehártyája, de a napfényen már 10 perc múlva teljesen elszíntelenedett. A fehér patkányokon is észlelhető ez. Napfényen majdnem teljesen színtelen a recehártyájuk, de ha néhány óra hosszat sötétben tartjuk őket, megláthatjuk szemükben a képződött retinabibort. Ha azonban A-vitaminmentes táplálékot tartott fehérpatkányokat hagyunk sötétben, hosszabb idő múlva sem találunk szemük recehártyájában retinabibort.

Egy másik feladata az A-vitaminnak a szervezet növekedésének elősegítése. Tapasztalat alapján ősidők óta adtak serdülő gyermekeknek csukamájolajat, melynek nemcsak angolkórt gyógyító hatását vették észre, hanem azt is, hogy a szervezetet erősíti. A hatóanyag a benne aránylag csekély mennyiségben jelenlévő A-vitamin, melyet azonban a kutatóknak nem sikerült belőle olyan mennyiségben kivonniok, hogy a vegyi szerkezetét megállapíthatták volna. Sok kísérletezés után kiderült, hogy nemcsak a csukamájolaj, hanem sok zöld növény, virág, gyümölcs és gyökér is hasonló hatású, tehát bennük is meg kell lennie az A-vitaminnak. A sárgarépa például olyan sok van belőle, hogy rövidesen ki tudták kristályos állapotban termelni a titokzatos hatóanyagot, melyet a sárgarépa latin nevééről (*Daucus carota*) *karotin*nak nevezték el s eleinte azonosnak vélték az A-vitaminnal. Elsőnek a stockholmi *Euler* tanár

állított elő tiszta, kristályos karotint, mely olyan erős hatásának bizonyult, hogy 3—5 milliomod gramm elég volt belőle ahhoz, hogy A-vitaminmentes táplálékban tartott patkányok növekedési zavarait és szembetegségeit meggyógyítsa. A karotin vegyi szerkezetét már a múlt század harmincas éveiben kiderítették *Willstätter* és *Kuhn* német vegyészek. Mások aztán a természetben való előfordulását tették vizsgálat tárgyává és rájöttek, hogy a sárgarépa kívül a paradicsomban, parajban, salátában, kelkáposztában, meg az ősszel sárguló falevelekben is megvan ez a sárgászörös festék. Nemsokára olyan észleletek zavarták meg a felfedezés örömét, melyeket egyelőre nem tudtak a kutatók megmagyarázni. A szervezetbe jutott karotinnak csakhamar nyomaveszett. Hosszabb és nagyobb karotinadagolás után a májban találtak ugyan kimutatható karotint, de kisebb adagok beadása után egyetlen szervben sem tudták fölfedezni, pedig a kellő hatást kiváltotta és a fejlődés annak rendje és módja szerint megindult. Az ilyen állat mája, noha karotint nem találtak benne, olyan hatással volt A-vitaminhiányban szenvedő kísérleti állatokra, mintha A-vitamin volna benne. A csukamájolaj A-vitamintartalma révén az a gondolatuk támadt a kutatóknak, hogy más halfajták máját is rendszeresen vizsgálni kezdjék A-vitamintartalomra. Sikerült is bizonyos makrélafajtákban és más tengeri halakban ezerszer A-vitaminsűrűsőbb májat találni, mint a tőkehal mája s ezen a réven tisztázta *Karrer* zürichi kutató 1932-ben a karotinnak és az A-vitaminnak viszonyát. Szervezetünk magát a karotint nem tudja előállítani, ezt készen kell kapnia növényi vagy állati táplálék alakjában. A készen kapott karotin azután a májban alakul át egy erjesztőnek, a különleges hatású *karotináz*nak hatására A-vitaminná. Az átalakulás vegyi folyamatáról elég annyit említenünk, hogy a karotin egy szénből

és hidrogénből álló, úgynevezett hosszú szénláncú szer-
ves vegyület, mely nyolc izoprén-csoportból épül fel.
A karotináz hatására a lánc kettéhasad, mindkét rész
egy-egy molekula vizet vesz fel és egy-egy vörösszínű
karotinmolekulából két-két molekula szintelen A-vita-
min keletkezik. A karotint tehát másnéven A-provita-
minnak is nevezhetjük. Érdekes az a megfigyelés, hogy
kizárólag húsevő állatok, pl. a macska, nincsenek beren-
dezve az A-vitaminnak a provitaminból való előállí-
tására, ők ragadozó állatok lévén, szervezetük hozzá-
szokott ahhoz, hogy az áldozatok testéből készen kapja
magát az A-vitamint. A növényevő és mindenevő álla-
tok, pl. a tehén, patkány, disznó, csirke, tengerimalac,
házinyúl és az ember is a táplálékban lévő karotint a
májban alakítja át A-vitaminná és a tejben, vajban,
sajtban, tojássárgájában stb. esetleg készen kapott
A-vitaminnal együtt raktározza el részben a májban,
részben egyéb szerveiben és zsírszöveteiben. A tengeri
halak májába is így kerül a sok A-vitamin, de tulajdon-
képpen ez is növényi eredetű. A tenger felszínén ugyanis
nagy tömegben lebegnek különféle moszatok, melyek
karotintartalmúak. A plankton állatvilágának ez a táp-
láléka. A tőkehalnak és más nagyobb halaknak viszont
ezek a kis állatok a fő elesége, így jut szervezetükbe a
karotin, mely A-vitamin alakjában raktározódik el a
májukban.

Az A-vitamin hiányának egy harmadik jellemző tü-
nete a szem szaruhártyájának kiszáradása, orvosi mű-
szóval *xerophthalmia*. Rosszul táplálkozó embereknek és
szándékosan A-vitaminmentesen tartott kísérleti álla-
toknak szeme ilyenkor fényérzékeny lesz és kötőhártya-
gyulladás mutatkozik. Később véres, gennyes váladék
jelentkezik s ez valósággal összeragasztja a szemhéjakat.
A szaruhártya nemsokára megzavarosodik és szövet-
állománya szétesik (keratomalacia). A keletkező rése-

ken át baktériumok juthatnak a szaruhártyába, illetve a szem belsejébe, úgyhogy az egész szemgolyó gennyesedésbe mehet át. Idejében nem orvosolt A-vitaminhiány esetén a xerophthalmia tönkretetheti a szemet és a látást. A szem kiszáradása azzal magyarázható, hogy a hámvédő A-vitamin nélkül nemcsak a hámsejtek, hanem a könnyváladékot termelő mirigyek sejtjei is elszarusodnak, kevesebb a termelt váladék és a könnycsatornák falának elszarusodása miatt később ez a kis váladék sem tud kijutni a mirigyből.

A szemén kívül a szervezet minden részén, az összes hámszövet szerkezetében, a bőrben és a nyálkahártyákon változást, zavart és nagy pusztítást okoz az A-vitamin hiánya. A húgyutak és epeutak nyálkahártyáiról leváló sejtszövetek köré könnyen lerakódnak kristálykák, melyek idővel kellemetlen tüneteket okozó vese-, epe- vagy hólyagkővé növekedhetnek és elzárhatják a megfelelő, életbevágó fontosságú vezetékeket. Különböző hurutok és gennyesedések, továbbá rosszindulatú daganatok keletkezését is A-vitaminhiánnyal magyarázzák. A hámsejtek gyengülése és elfajulása mindenesetre hozzájárul a szervezet természetes ellentállóképességének csökkenéséhez. A nyálkahártyák fertőzéstől védő ereje is meggyöngyül s ezért ajánlották egyes kutatók a «fertőzést gátló vitamin» nevet az A-vitamin számára.

Az A-vitamin fontos szerepét bizonyítja egy szomorú történet a világháború forgatagából. Amikor a háborús zavarok folytán a hadviselő országok fokozott zsírbevitelre szorultak, Dánia ki akarta használni a jó konjunktúrát s a haszon kedvéért szinte egész tejtermését lefőlőzte, hogy minél több tejszínt és vaját szállíthasson külföldre. Az üzletnek anyagi része szépen sikerült, de annál kellemetlenebb volt az a hatás, melyet az A-vitaminjától megfosztott lefőlőzött tej élvezete gyakorolt Dánia lakosságára, különösen a fejlődésben lévő gyer-

mekekre. A csecsemőhalandóság ijesztően felszökkent, szaporodott a különböző fertőző betegségek előfordulási száma. Napirenden volt a tüdőgyulladás, légcsőhurut, középfülgyulladás. A tüdőbaj halálos áldozatai megszorodtak s néhány száz esetben fellépett a valódi xerophthalmia. 1916-ban azután lényegesen korlátozták a kivitt vaj és tejszín mennyiségét, mire egy csapásra lényegesen javult az egészségügyi helyzet.

Ami az A-vitaminnak a gyógyászatban való szerepét illeti, meg kell jegyeznünk, hogy azok az ijesztő tünetek, melyekről az előbb megemlékeztünk, a teljes A-vitaminhiány következményei. Ha a szervezet kap némi, de nem elegendő A-vitamint, akkor enyhébb a megbetegedés. A xerophthalmia ugyanis rendszerint többé-kevésbé enyhe kötőhártyagyulladással, a szem viszketésével és vörösségével kezdődik. Ha A-vitamin hiánya okozza e tüneteket, akkor rendszeren a tavaszi hónapokban, úgy húsvét táján jelentkeznek ezek, amikor legnehezebb és legköltségesebb az A-vitamint bőven tartalmazó friss zöldségnek és főzeléknek a rendszeres beszerzése és fogyasztása. Az iskolásgyermekeknél ilyenkor a sok olvasást és tanulást emlegetik, pedig legtöbbször inkább a vitaminellátás zavarai okozzák a szemük vörösségét. Egyes népek régen rájöttek arra, hogy A-vitamin-tartalmú táplálékkal segítsenek. A japánoknál például ősi háziszor a csirkemáj és az angolnászir a kötőhártyagyulladásban szenvedők étrendjében. Az úgynevezett «meghülés»-sel kapcsolatos betegségeknel (köhécselés, a torok vörössége, gége- és légcsőhurut, stb.) pontos megfigyelések arra mutatnak, hogy igen gyakran olyankor jelennek meg ezek a tünetek, amikor szép napsütéses, meleg tavasz van, tehát nincs közvetlen mód a meghülésre. Valószínűleg nem is igazi meghülés okozza őket, hanem a tavaszi vitaminhiány folytán elgyengül a nyálkahártyák ellentállóképessége a fertőző csirákkal

szemben. A gyermekeknek a szokásos módon való edzése nem sokat ér ilyenkor, megfelelő táplálásra van szükség. Hogy ez milyen módon vihető végbe, azzal egy külön fejezet fog később foglalkozni.

Egy amerikai gyár nagyarányú kísérlete bebizonyította, hogy nemcsak a gyermekeknél, hanem a felnőtteknél is nagyon áldásos hatású az A-vitamin fokozott adagolása meghűléses betegségek esetén. Munkásait két csoportra osztotta, az egyik csoport a szokásos táplálékon kívül mindennap kapott egy kanál csukamájolajat, a másik nem. Egyébként azonban nagyjából azonos munkát végeztek és azonos körülmények között éltek. A csukamájat kapott csoportból 55,1% nem hűlt meg a kísérleti idő alatt, a másik csoportból pedig csak 32,8%, vagyis a csukamájolaj A-vitamintartalma szinte 100%-kal növelte a meghűlésnek ellentállóképességet.

Hasonló eredménnyel jártak dániai kísérletek is. Dr. Gudjonsson dán orvos körülbelül 1000 emberen igyekezett a vitaminnak hatását különböző körülmények között kideríteni. Kísérleti anyaga munkásokból, katonákból és iskolásgyermekből állott, akiknek részben egy félévig, részben egy egész évig adagolt A-vitamint. A meghűléses megbetegedések száma feltűnően kevés volt s a közérzet általában javult. A munkások teljesítő-képessége és a katonák munkaereje egyaránt megnőtt. Az A-vitamin hámerősítő hatását igazolta az az érdekes megfigyelés is, hogy az iskolásgyermekek körme sokkal gyorsabban nőtt a kísérlet tartama alatt. Azóta állítólag a dán hadseregben és a dán iskolákban rendszeresen bevezették a vitamin naponkénti adagolását. Az A-vitamin fertőzést gátló hatása miatt náthaláz- és influenza-járványok esetén is célszerű volna ilyenkor nagyobb adagokban magunkhoz venni. Ilyen járványok ugyanis rendszeren tavasszal lépnek fel, pedig ősszel több alkalom volna a könnyű meghűlésre s ez is arra mutat, hogy nem

annyira közvetlen meghülés az ok, hanem inkább a szervezet ellentállóképességének (valószínűleg a táplálék csökkent vitamintartalma okozta) gyengülése. Újabb orvosi kutatások szerint a sebészetben is igen előnyösen használható az A-vitamin, mint külső segítség a hámképződésben. Nagyfelületű sebek sokkal könnyebben és gyorsabban gyógyultak, ha A-vitamintartalmú paraffinos vagy vazelines kenőcsöket alkalmaztak külsőleg a kívánt felületen. Felszaggatott szélű sebek, rosszul gyógyuló sérülések és égési sebek esetén is jó hatást értek el az orvosok A és D-vitamintartalmú szerek alkalmazásával. Meg kell azonban említenünk, hogy ezekben az esetekben külső hatásról van szó. A-vitaminnak a táplálék útján, tehát a szájon keresztül való adagolása sebészi szempontból eddig teljesen hatástalannak bizonyult.

Szinte fölösleges megjegyeznünk, hogy az egészséges ember szervezetének vitaminokkal való ellátása egészen természetesen táplálkozási kérdés, mely a háziasszonyok és szakácsok hatáskörébe vág s ezt a feladatot bárki elvégezheti, ha a szakkönyveket kellőleg áttanulmányozza és az egyes táplálékok és nyersanyagok vitamintartalmát számításba veszi. A vitaminhiány folytán megbetegedett ember gyógyítása azonban kényes és nehéz feladat, mely a szakember, tehát az orvos által végzendő. Az ilyenkor használt tiszta, igen erős hatású vitaminkészítmények ugyanis bizonyos fokig éppen olyan mérgek, mint más orvosság s ezért adagolásukkal vigyázni kell. Állatkísérletek alkalmával egyes kutatók azt tapasztalták, hogy a kelleténél jóval több vitaminnak káros hatása. Túlsok A-vitamin pl. a növekedést ugyanúgy gátolta, mint az A-vitamin teljes hiánya. Szerencsére ez a káros mennyiség olyan sok, hogy szinte kizárt dolog a gyógyászatban előfordulása, de mindenesetre óvatosságra int.

2. B-vitaminok csoportja.

A legújabb kutatások szerint ez elnevezés alá egész vitaminsorozat tartozik, melynek egyes fajtáit alszámokkal különböztetik meg a szakemberek. Sorrendben első tehát a

a) B₁-vitamin.

Ideggyulladásától védő, vagy beri-beritől védő vitamin.

A távol kelet egyik legrégebben ismert, rettegett betegsége a beri-beri. Indiában, Japánban, Kínában, a keletázsiai szigeteken, Délamerikában és Nyugatafrika egyes vidékein tömegével szedte ősidők óta áldozatait. A múlt században sok helyen különösen ott jelentkezett, ahol fehér emberek nagyszámban telepedtek meg s ezért a bennszülöttek sokáig a fehér embert gyanúsították azzal, hogy ezt a betegséget terjeszti. A beri-beri fő tünete az idegek gyulladásos megbetegedése. Először különös bizsergést, később húzó fájdalmakat éreznek a betegek, majd testük egyes részei és szervei érzéketlenekké válnak és megbénulnak. Járásuk ingadozóvá lesz s innen a betegség bennszülött neve. Hindusztán nyelven beri bárányt jelent s a bárányra emlékeztető ingójárásról beri-beri nevet kapott ez a kór. Később a járás is nehezebbre esik a betegnek, ágynak esik és további bénulásos tünetek közt előbb-utóbb a halál váltja meg szenvedéseitől. Némelykor a szívizomzat körül kezdődik a bénulás, a vérkeringés gyengül és vízkór áll be, melynek már 24 óra alatt végzetes következménye lehet. Keleten különösen a szegényebb néposztály körében terjedt ez a betegség, de másutt egyéb körülmények közt ütötte fel fejét. A norvégek például javítani akarták tengerészeik táplálékát s a barna, korpás lisztből sült kétszersült helyett fehér lisztből készültet osztottak ki köztük. Az újítást persze az öregebb matrózok közül sokan elleneztek és semmi áron nem akartak lemondani megszokott barna

kétszersültjükről. Kiderült, hogy igazuk volt, ők nem betegedtek meg, de a fehér lisztből készült kétszersültet kapott legénység csakhamar súlyos beri-beri tünetek közt kínlódott, úgyhogy a norvégek vissza kellett, hogy térjenek a régi barna kétszersülthöz.

A világháborúban a Dardanellákat ostromló haderő angol, mezopotámiai és indiai csapatokból állt. Az indus legénység makkegészséges volt, az angolok és mezopotámiaiak közt azonban nagyon sok beri-beri eset fordult elő. Az indiaiak ugyanis az otthon már megszokott *attát* kapták, amelyet durván őrölt, tehát vitaminban gazdag lisztből sütnek, a többieket azonban fehér kenyérral látták el. Egyszer aztán a fehérliszt elfogyott s az angol és mezopotámiai legénységnek is attát kellett ennie. Ettől egy csapásra megszűnt a beri-beri a hadseregben. Alföldünkön szélében csak fehér kenyéren élnek, mellette a szalonna a főtáplálék. Egyikben sincsen számbavehető mennyiségben B₁-vitamin. Ezt a hiányt azonban a magyar ösztönszerűleg pótolja azzal, hogy ősi szokás szerint paprikát, uborkát vagy savanyú káposztát is eszik hozzá, melyekben bőven van B-vitamin.

A jávaiak nem is tudták, milyen jótevőjük került hozzájuk, mikor a kilencvenes években egy *Christiaan Eijkman* nevű holland orvos vette át az egyik jávai állami kórház vezetését. A gyarmatokon életszükséglet, hogy az ember elfoglalja magát szabad idejében, nehogy az unalomtól elfásuljon és megsavanyodjék. *Eijkmant*, mint természetvizsgálót nem a kártya, ivás vagy társaság, hanem a tyúktenyésztés érdekelte. Sok szabad idejében a csirkék és galambok életét kezdte tanulmányozni. Egyszer csak azt vette észre, hogy egy-egy csirkéje és galambja nagyon furcsán támolyog, mintha be lenne csipve, aztán nemsokára görcsösen összeroskad és megbénulva várja a végpusztulást. *Eijkmannak*, mint gyakorlott orvosnak rögtön feltűnt a tüneteknek az emberi

beri-beréhez nagy hasonlatossága. A beri-berit akkoriban még sokan fertőző betegségnek tartották és a fehér embert vélték terjesztőjének. *Eijkman* is fertőzésre gondolt, mikor újonnan szerzett be csirkéket és galambokat s ezeket gondosan elkülönítve tartotta a régi, fertőzöttnek gondolt állatállománytól. A betegség azonban csakhamar ezek közt is fellépett, majd egy idő múlva mind a régi, mind az újabb baromfiállomány betegei lassan rendbejöttek s újabb megbetegedés nem fordult elő. Egy kis utánjárással megállapíthatta *Eijkman*, hogy a változás akkor kezdődött, mikor a baromfiak etetésére valamilyen okból nem a kórház konyhájáról kikerülő rizshulladékokat használták, hanem valahol másutt szereztek be rizst. Mi lehet a különbség a kétféle rizs között? Csakis az, hogy a kórház konyháján az úgynevezett finom, hántolt rizst használták, melyet úgy készítenek a gyárak, hogy a rizsszem külső burkolatát, az úgynevezett ezüsthártyát errevaló gépek segítségével gondosan eltávolítják. A később beszerzett rizs pedig közönséges, hántolatlan rizs volt. A rizs ezüsthártyájában kell tehát valami hatóanyagnak lennie, gondolta *Eijkman*, mely a beri-beri előidézésével összefügg. Rendszeres kísérletekbe fogott. Egy-egy csoport baromfit kizárólag hántolt rizzsel, másokat csak hántolatlanul etetett. A hántolt rizzsel tápláltak rövidesen a beri-beri jellemző tüneteit mutatták, a többieknek semmi bajuk sem lett. Ha most felcserélte a csoportok táplálékát, megfordult a helyzet, az előbbi betegek helyrejöttek, az addig egészséges csoport azonban a hántolt rizs adagolására csakhamar beri-beribe esett. *Eijkman* tehát kiderítette a beri-beri keletkezésének körülményeit, csak a magyarázatnál tévedett. Ő ugyanis a rizsben egy mérget tételezett fel, mely hosszabb élvezet után beteggé teszi az embert és az állatokat. A rizs ezüsthártyájában szerinte egy hatékony ellenmérregnek kell lennie, mely e mérreg befolyását ki-

egyenlíti. Annyi bizonyos, hogy a beri-berit nem bacillusok okozzák, jelentette ki cikkeiben *Eijkman* s ez az állítása akkoriban sok ellenzésre talált. Később aztán feledésbe merültek a kísérletei s csak harminc évvel később, 1929-ben részesült *Eijkman Hopkins* angol vegegyessel együtt a legnagyobb tudományos kitüntetésben, a *Nobel*-díjban. Nem is lehet csodálni, hogy annakidején nem akarták a szakkörök a beri-berinek bacillusok nélküli terjedését elhinni, hiszen a bacillus-elmélet csak 1910-ben kapta végső tördőfését *Moszkowski* német kutató vizsgálatai révén. Ez a német orvos a beri-beri tanulmányozására utazott ki Újguineába. Előzetesen persze gondosan átvizsgálta e betegségnek egész kis könyvtárrá nőtt irodalmát. Elolvasta természetesen *Eijkman* dolgozatait is s ezek képezték az első láncszemeket a betegség leküzdésére irányuló munkájában. Az újguineai bennszülöttektől azt is megtudta *Moszkowski*, hogy van nekik egy ősi háziszserűk a beri-beri ellen. Ha egy ott termő kis zöldborsószerű babfajtát eszik az ember, melynek tudományos neve *Phaseolus radiatus*, s melyet Holland-Indiában *katjang-idjoe*-nak hívnak, mentesítve van a beri-beri vészes következményeitől, vagy ha már megkapta volna, rövidesen szépen helyreáll egészsége. Ennek a babnak még a kifőtt leve is hatékony. *Moszkowski* rögtön arra gondolt, hogy itt a megoldás kulcsa. Nem bacillusok okozzák a beri-berit, méreg sem idézi elő, hanem valami olyan anyagnak a hiánya folytán áll elő, mely egyaránt megvan a rizs ezüsthártyájában és a katjang-idjoe levében. Ezen okulva aztán elrendelte *Moszkowski*, hogy expedíciójának minden tagja csak olyan rizst egyék, melyet a katjang-idjoe kifőtt levében főztek meg. Egy évig tartó munkássága alatt környezetében egyetlenegy beri-beri eset sem fordult elő, úgyhogy Németországba visszatérve büszkén hirdette, hogy megtalálta a beri-beritől védő szert. Eleinte kinevették. Hiába, senki sem

próféta a maga hazájában ! Erre elhatározta, hogy igazi, áldozatkész tudóshoz illően saját magán próbálja ki elméletét. Négy és fél hónapig csak hántolt rizzsel táplálkozott. Legkétkedőbb ellenfele is meg kellett, hogy állapíthassa rajta ezután a beri-beri klasszikus, jellemző tüneteit s be kellett ismerniök a szakembereknek, hogy nem bacillusok-okozta, fertőző betegség ez az ideggyulladás. *Moszkowski* annyira tudott magán uralkodni, hogy nem tért rá rögtön a vegyes, vitamindús táplálékra, hanem megmaradt a rizs mellett, csak napjában többször evett rizskorpából főzött levest. Két hét alatt tökéletesen helyreállt az egészsége. Kísérletével tehát a gyógyítás lehetőségét is igazolta.

A japán hadsereg nem késlekedett a kutatás gyakorlati alkalmazásával. Tengeri és szárazföldi hadseregüknek szinte 40%-a betegedett meg és pusztult el addig beri-beriben, ami érzékenyen befolyásolta harcképességüket. Legénységüket hántolt rizzsel élelmezték s ez egyszerűen érthetővé tette a dolgot. Intézkedtek, hogy a rizs mellett burgonya, répa, gyümölcs és kenyér is terítékre kerüljön s ezzel sikerült a beri-berit egy csapásra kiirtaniok. Ez az egykor ijesztő népbetegség ma már csak elvétve fordul elő Keleten s ennek a jelentőségét csak az tudja kellőképpen értékelni, aki azelőtt szemtanuja lehetett a rizsevő bennszülöttek szörnyű szenvedéseinek. A betegség okának tisztázásával és a gyógyítás módjának megállapításával megdőlt az a vád is, hogy a fehér ember okozza a beri-beri terjedését. Bizonyos fokig természetesen összefüggött a beri-beri megjelenése a fehér emberek letelepedésével. A fehér emberekkel együtt ipari cikkek is piacra kerültek, tehát a tökéletesen hántolt rizs árának olcsósága révén csakhamar kiszorította az addig szélteben használt rizst, melyet a bennszülöttek egyszerű, kezdetleges kézi malmukon hántoltak. Az előbbi teljesen meg volt fosztva B₁-vitamintartalmától. Mint-

hogy a legszegényebb néprétegnek ez volt főtápláléka, mint legolcsóbb élelem, nem csoda, ha a B₁-vitamin hiányának jellegzetes tünetei járványszerűen léptek fel. Részben tehát a fehér emberek okozták a beri-beri terjedését, de az ő érdemük a gyógyítás módjának felderítése. Megelőzés céljából igyekeztek Keleten törvényhozási úton elrendelni, hogy ott, ahol a lakosság kizárólag rizsen él, ne kerülhessen forgalomba tökéletesen hántolt, B₁-vitaminjától megfosztott rizs. A kutatók természetesen nem elégedhettek meg az ügy ilyen elintézésével és lázasan fogtak neki a rizs ezüsthártyájának feldolgozásához, hogy kitermelhessék belőle tisztán is a rejtélyes anyagot. Egyidejűleg persze megindult a munka más anyagok B₁-vitamintartalmának megvizsgálására. Kiderült, hogy a gabonaszemek (búza, rozs, árpa, zab stb.) héjának külső burkolatában, a sikkéregben és a csirában, tehát az őrlésnél nyert korpában is megvan ez az anyag. Aránylag a csirában van a legtöbb belőle, ami érthető is, hiszen a fiatal, fejlődő növénynek van leginkább szüksége az irányító anyagokra.

Imánkban emlegetett «mindennapi kenyérünk»-nek eszerint nemcsak a mennyisége fontos az életünk fenntartása szempontjából, hanem a minősége is. A finomra őrölt, szép fehér búzalisztból sült kenyér jóformán semmi B₁-vitamint nem tartalmaz. Újabban táplálási kísérleteket végeztek egerekkel, melyek egyik csoportját kizárólag búzaliszttal, a másikat csak zabliszttel, a harmadikat csak kukoricaliszttel s a negyediket csak rozsliszttel etették. Az első csoport bizony rövidesen beri-beribe esett, a zablisztes csoport csak 40, a kukoricalisztes pedig csak 60 napig bírt megélni, de a rozsliszteseknek semmi bajuk sem történt, mert a durván őrölt rozsliszttben sok a B₁-vitamin. Hasonlókat tapasztaltak más kísérleti állatokon is. Kizárólag fehér búzakenyérrel táplált kutyák 40, tyúkok 20 és egerek már 12 nap múlva jellegzetes beri-

beri tüneteket mutattak, melyek azonban egycsapásra elmúltak, ha búzakorpát is adtak a liszthez. Valószínű tehát, hogy az ember is megbetegednék, ha hosszabb ideig kizárólag szép fehér kenyérrel élne. Vegyes táplálkozásmódunk mellett azonban a beri-beri veszélye még akkor sem fenyeget, ha fehér lisztből sült kenyeret és süteményeket ennénk. A B₁-vitamint ugyanis megtalálták az élesztőben, friss gyümölcsökben és zöldségekben, gyökerekben, dióban, mandulában, tojássárgájában, tejben, májban és húsban.

Sok kutató fáradtságos munkája révén végre tisztán, kristályos állapotban is elő tudták állítani a B₁-vitamint, ami első feltétele annak, hogy pontos vegyi szerkezetét meg lehessen állapítani s esetleg mesterségesen is gyártassák. Hogy milyen nehéz feladat volt ez, ahhoz tán elég megemlítenünk, hogy 1000 kg hántolatlan rizsben 1 g vagy 100 kg rizs ezüsthártyában másfél g B₁-vitamin van. A búzakorpából is hatalmas mennyiségeket kellett *Funk* már említett lengyel kutatónak feldolgoznia, míg néhány szem kristálykához jutott. 1911-ben Berlinben egy tudományos gyűlésen nagy feltűnést keltett *Schau-mann* tanár bemutatója. Beri-beriben megbénult galambok torkába egyetlen szem tiszta B₁-vitamint adagolt s szegények már másnap vígan tudtak a teremben ide-oda röpködni. *Jansen* és *Donath* 1926-ban közölt vizsgálatai kimutatták, hogy ez a tisztának vélt anyag további elkülönítés révén hatásosabbá tehető, de még az ő végtermékük sem volt vegyileg egységes anyag. *Windaus* és *Laquer* német kutatók jutottak el 1931-ben odáig, hogy végül a kristályos B₁-vitamint előállíthatták. Nekik élesztő volt a nyersanyaguk. 100 kg élesztőből csak 70 ezredgramm anyaghoz jutottak. Az ő módszerükkel aztán mások félgramm anyagot tudtak 2000 kg friss sütőélesztőből elkülöníteni. Ez a mennyiség természetesen még nem volt elegendő ahhoz, hogy a vegyi össze-

tételét és szerkezetét teljesen tisztázzák. Eddig csak anynyi ismeretes, hogy ez a vitamin a szénen, hidrogénen és oxigénen kívül nitrogént és ként is tartalmaz, hogy vízben és alkoholban oldható és hogy rövid ideig tartó főzés nem árt neki, de 120 C°-on tartva hosszabb idő alatt elbomlik. A B₁-vitamin a természetben sohasem fordul elő egyedül, mindig kíséri a következő fejezet tárgya, a B₂-vitamin.

b) B₂-vitamin.

Pellagrától védő vitamin.

A pellagra nevű betegséget először Északspanyolországban, Olaszországban, Egyiptomban, Romániában és az Amerikai Egyesült Államokban észlelték nagyobb számban. Északolaszország egyes tartományaiiban valószínűs járványos népbetegség volt, innen a «milánói kiütés», «lombard kukoricakór», «asturiai rózsza» stb. népies elnevezések. Leggyakrabban 20 és 45 év közötti nők szoktak megbetegedni. Tavasszal a közérzet rosszabbodásával szokott kezdődni, aztán a napfénynek kitett, fedetlen bőrrészekén, arcon, nyakon, karon, kézen, lábon rendszeren mindkét oldalon szimmetrikusan bőrgyulladás lép fel, a bőr megvörösödik, felhólyagzik és megsötétedik, néha a kézen egészen kesztyűszerű bevonat képződik. Olaszul *pelle agra* érdes bőrt jelent, innen a kór neve. Az amerikai pellagránál sokszor elmaradnak ezek a külső tünetek. A bőrgyulladást az emésztőcsatorna nyálkahártyáinak gyulladása követi, emésztési zavarok, hasmenés, idegbaj és elmebaj jelentkezik. Hosszabb vagy rövidebb kínlődés után elpusztul a szerencsétlen áldozat. A szervezet nagyobb fokú B₂-vitaminhiány esetében 10—15 évnél tovább nem bír ellentállni a kórnak.

Sokáig fertőző betegségnek tartották a pellagrát, akár csak a beriberit, habár megfigyelhették, hogy például

pellagrás dadától sohasem kapott pellagrát a csecsemő. Minthogy főleg olyan vidéken lépett fel, ahol a szegényebb néprétegek szinte kizárólag kukoricán élnek, megint a mérreg-elméletre gondoltak s azt hitték, hogy a romlott tengeriben képződik valamilyen mérgező anyag. Sokszor bizony nem is volt kifogástalan minőségű a szegény-emberek-használta tengeri. Gyakran túlkorán learatták és nem megfelelő módon tárolták, úgyhogy nem volt teljesen alaptalan az a vád, hogy némi része van a romlott tengerinek is a betegség előidézésében. A háború alatt Trentinóban például szükében voltak a tengerinek s másfajta élelemre kellett áttérniök. Erre rohamosan megcsappant a pellagra-megbetegedések száma.

A vitaminok tanának elterjedésekor persze kézenfekvő volt az a gondolat, hogy nem mérreg, hanem valamilyen anyaghiány okozza a kórt. Ma már tudjuk, hogy a tengeriben nincsen elegendő B_2 -vitamin, fehérjetartalma is kevés. Egyoldalú táplálkozásnál mindez súlyosan esik a latba, különösen ha még hozzá romlott is a tengeri. A pellagra előfordulása persze nincsen a tengeri élvezetéhez kötve. Néha nagyvárosokban, Berlinben, Bécsben, Boroszlóban és Hamburgban is pellagrába estek olyan emberek, akik egyáltalában nem ettek tengerit. Hogy a pellagrát a B_2 -vitamin hiánya okozza, azt közvetlen állatkísérletek is igazolták. B_2 -vitamintól mentesített táplálékban tartott majmok, kutyák vagy patkányok hamarosan megkapták az emberéhez hasonló pellagrás tüneteket. Mint már említettük, rendszeren a B_1 -vitaminnal együtt fordul elő a B_2 is, úgyhogy mindazon anyagokban megellelhető, amelyekben az előbbi. Eddig a tojásfehérje az egyetlen kivétel, ebben ugyanis csak a B_2 -vitamin fordul elő.

A kimutatással párhuzamosan megindult természetesen a munka a B_2 -vitamin elkülönítésére és tiszta állapotban való kitermelésére. Hosszadalmas eljárás után ezt is

az élesztőből tudták először előállítani kristályos alakban. Vakítóan sárga anyag ez a tiszta készítmény, mely vízben oldható és a meleggel szemben ellentálló, úgyhogy 120 C°-ra való hevítéssel csak a B₁-vitamin pusztul el, a B₂ még hatékony marad. Ez utóbbit azonban a napfény ibolyántúli sugarai bontják el. A vegyi vizsgálat során kiderült azután, hogy a sárga kristályok a flavinoknak nevezett vegyületcsoportba tartoznak és szénből, hidrogénből, oxigénből és nitrogénből állanak és azonosak a tejsavóban lévő, *lactoflavin* nevű sárga festőanyaggal (lactoflavin latinul = tejsárgája). A Kaiser-Wilhelm-Institut heidelbergi orvosi kutatóintézetében a kutatóknak 50.000 liter tejsavót kellett feldolgozniok, hogy néhány szem kristályhoz jussanak. Igaz, hogy ez a tiszta készítmény olyan erős hatásúnak bizonyult, hogy belőle három milliomod gramm biztosítani tudta fiatal patkányok növekedését, melyek a lactoflavin elvonásakor megakadtak fejlődésükben. *Karrer, Kuhn és Weygand* érdeme, hogy 1935-ben mesterséges szintézissel sikerült ugyanezt az anyagot felépíteniök. A mesterséges kristályoknak is ugyanaz az élettani hatásuk volt, mint a tejsavóból készülteknek. A B₂-vitamint eleinte növekedést elősegítő vitaminnak is nevezték, ellentétben a beri-beritől védő B₁-vitaminnal, ma már tudjuk azonban, hogy ez a megjelölés nem helytálló, mert bizonyos fokig akár melyik vitaminnak a hiánya gátolhatja a test fejlődését és növekedését.

A természetben a zöld növények és egyes baktériumok végzik ennek a sárga festőanyagnak, a B₂-vitaminnak a felépítését. A növényevő állatok készen kapják tőlük ezt a fontos irányítószert, a húsevők pedig (és az ember is) részben közvetlenül a növényi, részben az állati táplálékból szerzik be ezt a vitamint. Újabb kutatások szerint a B₂-vitamin szoros értelemben véve nem is tudja egymagában elvégezni feladatát. Részben a *Warburg-féle*

erjesztővel kapcsolódik össze, hogy a sejtek lélekezését elősegítse, részben pedig a gyomornedv egyik hormonjával egyesülve irányítólag hat a csontokban a vörös vérsejtek képződésére.

A pellagrán kívül a *spru* nevű trópusi betegséget is jól gyógyítani tudták B₂-vitaminnal. Különösen a jobb társadalmi körökhöz tartozó, idősebb európaiakat támadta meg ez a bélbetegség a maláj szigetcsoporton, Ceylonban, Indokínában, a Fülöp-szigeteken, Észak-ausztráliában és Délamerikában. A test duzzadtsága, a gyomor felpuffadása, erős hasmenés, később nagyfokú lesoványodás a kór jellemző tünetei. Nincs még kellőképpen tisztázva, mi okozza, de valószínű, hogy táplálkozási zavar s főként a B-csoportbeli vitaminok hiánya játszanak közre. Ezek adagolása ugyanis jó hatással volt a gyógyításnál.

Minthogy a pellagra jellegzetes bőrkiütésén segített a B-vitaminok adagolása, kézenfekvő volt a gondolat, hogy más bőrbetegségek gyógyításánál is kipróbálják a hatásukat. Főleg élesztő és élesztőkivonatok adagolásával értek el sokszor szinte csodálatos gyógyulást furunkulózisnál, ekcémáknál, aknénál, csalánkiütéseknél és más, az anyagcserével némi kapcsolatban álló bőrbajoknál. Néha a cukorbetegséggel összefüggésben észlelt bőrbántalmak is orvosolhatók voltak ilyen módon, sőt az úgynevezett vitustáncot is sok kisgyermeknél élesztős gyógymóddal tudták megszüntetni. A terhesség utolsó heteiben adagolt élesztő mind az anyának, mind a magzatnak testsúlyára gyarapító hatással volt és a tejelválasztást is fokozni tudta, nincs azonban még eldöntve, hogy ez utóbbi befolyás a B-vitaminoknak vagy az élesztőben szintén jelenlévő ergosterinnek, a D-vitamin alapanyagának javára írandó-e.

c) B₃-vitamin.

A csirke és galamb növekedését elősegítő, hőálló vitamin.

Említettük volt, hogy a B-vitaminok csoportjába legalább öt, bizonyos fokig különleges hatású vitaminfajta tartozik. Kettőt már megismertünk, a harmadikról eddig csak annyit tudunk, hogy *Williams* és *Waterman* fedezték fel 1927-ben. Ez a B₃-nevet viselő vitamin hővel szemben ellentálló, az élesztőben, rozsban, búzában, árpában és malátalében elég bőven fordul elő s egy olyan különleges szabályozóanyag, mely csakis a galambok és csirkék, azaz a madarak osztályába tartozó állatok szervezetre hat. Hiánya szív működési zavarokat idéz elő és a testsúly gyarapodását megállítja. Más állatokra való hatását mindeztideig nem tudták bebizonyítani a kutatók, ezért korai volna bármilyen következtetést levonnunk az emberi szervezetre való befolyásáról. Némileg hozzá hasonló a következő vitamin.

d) B₄-vitamin.

A patkány növekedését elősegítő hőálló vitamin.

Reader fedezte fel 1929-ben ezt a hővel szemben ellentálló vitamint, mely a patkányok növekedését befolyásolni tudja, de a madarak szervezetében hatástalan. Újabban azt is kimutatták róla, hogy a beri-beri elkerülésére szervezetünknek nemcsak a B₁, hanem a B₄-vitaminra is szüksége van, a pellagrától való megvédéséhez pedig nemcsak a B₂-, hanem a B₄-vitamin jelenléte is nélkülözhetetlen, ami mindenesetre növelné ennek az irányítóanyagnak emberi szempontból való fontosságát.

e) B₅-vitamin.

A madarak növekedését elősegítő, vízben oldódó vitamin.

Carter, Kinnersley és Peters amerikai kutatók fedezték fel ezt 1930-ban. A madarak testsúlyának fenntartásában olyan fontos szerepet visz, hogy a hiánya megakasztja fejlődésüket. A B-csoportbeli vitaminoknak egymással való szoros összefüggésére és együttműködésére jellemző, hogy ilyen, fejlődésükben meggátolt madarak egészségének helyreállításához már nem elég pusztán az addig hiányzott B₅-vitamin adagolása, hanem a B₁-vitamint is kellőképp be kell juttatni táplálékukba. Ezzel aztán testük többé nem vesz a súlyából. További fejlődés előidézésére azután meg egy harmadik fajtát, a B₃-vitamint is adnunk kell nekik, mire teljesen normális növekedést mutatnak.

f) B₆-vitamin.

A bőrgyulladástól védő hatóanyag (úgynevezett PP-faktor).

A legújabb időben észlelték a kutatók, hogy — ha olyan táplálékkal etetik kísérleti patkányaikat, amelyben a B-csoport vitaminféleségeiből csak a B₁ van jelen — az állatok lábain, fülein, orrán és szája szögletében szimmetrikusan mindkét oldalt bőrgyulladásos tünetek lépnek fel. Az emberi pellagrára annyira emlékeztetnek ezek a tünetek, hogy felfedezőjük, Goldberger patkánypellagrának nevezte el ezt a betegséget. Chick—Copping—Edgar és György vizsgálatai szerint az elkerüléséhez, illetőleg gyógyításához nemcsak a növekedést serkentő B₂, hanem a bőrgyulladástól védő B₆ vitaminra is szükség van. Nem sikerült eddig kellőképpen megmagyarázni, hogy miért csak a két hatóanyag együttes jelenléte vezet eredményre. A B₆-vitamint tiszta állapotban nem tudták előállítani, így hát vegyi összetétele sem ismert. György feltevése szerint valószínűleg egy szerves festékből áll,

mely vízben oldódik, melegnek és lúgnak ellentálló, amelyet azonban a fénysugarak elbontanak.

Az élelmiszerekben úgy mutatják ki a B₆-vitamint, hogy fiatal patkányokat 6—8 héten át olyan táplálékkal etetnek, amelyben a B-csoport vitaminfeleségeiből csak a B₁ van meg. A rendszerint növekedési zavarokkal együtt jelentkező bőrgyulladásos tünetek mutatkozása után naponta egy-egy patkányegységnyi laktoflavint és a vizsgált anyag bizonyos adagját adják az állatoknak. Patkányegységnek nevezték el azt a mennyiséget, amely naponként adagolva meg tudja gyógyítani a bőrgyuladást és ismét megindítja a növekedést.

A B₆-vitamin hatásmódjára nézve annyit tudunk, hogy a szervezetnek kén-anyagforgalmát szabályozza ismeretlen módon. Pellagrás emberek körmének kéntartalma jelentősen kisebb, mint rendes körülmények között. Pellagrás patkányoknál viszont a májnak és vérnek kisebb a glutathiontartalma. Hogy a kén-anyagforgalmat ez a hatóanyag közvetlenül irányítja-e, vagy a mellékvesék befolyásolása révén, mely utóbbiak hatása alatt áll bizonyos fokig a kén-anyagforgalom, azt még nem sikerült tisztázni. A vasnak anyagforgalmában is szerepe van a B₆-vitaminnak. Vashiány esetében a patkányokon a pellagrára emlékeztető tünetek mutatkoznak. Az emberi pellagrának gyógyulását pedig jelentős vasmennyiség adagolásával lényegesen siettetni tudták. Lehetséges, hogy a B₆-vitamin hatására kén- és vastartalmú serkentőanyagok alakulnak a szervezetben, amelyek az anyagcserét gyorsítani bírják.

A B₆-vitaminnak a fontosabb élelmiszerekben előfordulásáról egy későbbi fejezetben közölt táblázat nyújt tájékoztatást. Újabb kutatások szerint az úgynevezett PP-faktor (pellagra-preventing=pellagrától védő) nem volna azonos a B₆-vitaminnal és az előfordulási viszonyai is mások volnának. *Sebrell és Ruffin—Smith* vizsgálatai

szerint az emberi pellagrától védő PP-anyag nagy mennyiségben jelen van a szárított élesztőben, sertésmájban, búzacsirában, lazacban, friss marhahúsban, csirkehúsban, továbbá kisebb arányban a tejben és a tőkehalban. Kevés van belőle a kazeinben, vajban és a búzaszemben s egyáltalán nincsen a zablisztben, kukoricalisztben, rizsben, borsóban, paradicsomlében és szalonnában. A kukoricában nincsen például PP-faktor, de annál több a B₆-vitamintartalma.

3. C-vitamin.

Skorbuttól védő vitamin.

Az angol világbirodalom gyarmatainak megszerzésében olyan tevékeny szerepet játszott Angol Keletindiai Társaság a XVII-ik század első éveiben alakult meg és rögtön négy hajót szerelt fel, hogy Indiát birtokába vehesse. Az egyenkint 80 főnyi legénységgel ellátott vitorlásoknak persze mai szemmel nézve rettentő sokáig kellett úton lenniök. Négy teljes hónapig tartott, míg elérték a tengerészek hírhedt Jóreménység fokát, Afrika déli csúcsát. Szükségük is volt a jó reménységre, mert egészség dolgában igen siralmas volt a helyzetük. A parancsnoki hajón egyetlen matróz sem betegedett volt meg, de a többi három hajó legénységéből útközben 105-en meghaltak s a megmaradtak is annyira oda voltak, hogy a kikötőben a ki- és berakodás munkáját helyettük a parancsnoki hajó embereinek kellett elvégezniök. Mi óvta meg ezeket a betegségtől? Csak az, hogy a parancsnoki hajó legénysége mindennap három-három kanál citromlevet kapott, a többi matróz meg nem. Akkor persze érthetetlen volt a citromlé e különleges hatása, ma könnyen rávágthatjuk: a táplálékban nem volt elegendő vitamin, a citromlében pedig sok van. A parancsnoki hajó matrózai tehát kellőképpen el voltak látva vitaminokkal, a

többi azonban nem s ez okozta a kóros tüneteket, melyek valószínűleg a skorbut nevű betegségtől származtak. Az emberiséget ősidők óta kínozza ez a betegség, amint ezt már kőkorszakbeli csontleleteink tanúsítják. Rendesen nem járványszerűen pusztít, hanem elszigetelten lép fel egyes helyeken. A német-római császárok nagy hadjárataiban és a keresztes háborúkban nagy számmal szedte áldozatait, amint azt *Olaus Magnus* norvég történetíró históriájában megírja (1490). Hónapokon át a nyílt tengeren hanyóódó vitorlások vagy olyan sarkkutatók kapták meg, akik kénytelenek voltak hosszú ideig tisztán kétszersültön, besózott húson és konzerveken élni. Várak ostroma, városok körülzárása és kiéheztetése alkalmával, meg rosszul táplált fogolytáborokban is jelentkezett. 1911-ben Nürnbergben igen kevés zöldség termett s ennek következtében valósággal járványosan lépett fel a skorbut. A hivatásszerűen sokat hajózó népek jöttek rálegelőször a skorbut megelőzésének módjára. Norvég és grönlandi halászok tapasztalatai szerint egy skorbutfü nevű növény rágása csakhamar visszaadta a skorbutban szenvedők testi erejét és egészségét. A citromlé használatának hatását az előbb ismertettük. Mások a fenyőfa tűleveleinek kivonatát alkalmazták ilyenkor. *Cartier* kutató például 1536-ban Kanadában a Szent Lőrinc-folyón hajózott s a társain fellépő skorbutot ilyen kivonattal gyógyíttatta. A vikingek hagyományát vitték hosszabb tengeri utazásaikra. XII. Károly svéd király katonaoorvosai a XVIII. században Ukrajna ellen vívott hadjáratok alkalmával szintén fenyőtűkivonattal igyekeztek kigyógyítani a skorbut áldozatait s ezt a módszert egy berlini klinika is bevezette. Az olaszoknál a nép szőlőlevélből sajtolt lével kezelte a skorbutosokat. 1682-ben *von Gröben* a nagy választófejedlem megbízásából az afrikai Aranypartra vezetett expedíciót és jelentésében beszámol arról, hogy skorbutban megbetegedett társai friss citromlétől valamennyien

talpraálltak. Egy osztrák katonaoorvos 1720-ban azt az észleletét közölte, hogy narancs és citrom leve együtt még hatásosabb gyógyszere a skorbutnak s 1804 óta a brit admirálisok hadparancsban kötelezte a hajóhad legénységét arra, hogy naponta megfelelő adag narancs-citromlevet fogyasszon a skorbut elkerülésére. Ezek az ismeretek azonban, sajnos, nem gátolhatták meg azt, hogy például 1871-ben Párizs körülzárása alkalmával vagy Port-Arthur ostromakor járványszerűen fel ne lépjen a skorbut a táplálkozási nehézségek következtében. A világháborúban is sokan estek áldozatul a skorbutnak. Különösen az angol-indiai hadseregnek volt Mezopotámiában nagy vesztesége, erre azután jobban kezdtek az étellemezésre ügyelni és minden doboz konzerv mellé egy kis üveg citrom- vagy málnaszörpöt adtak.

A skorbut ősi háziszerei közé tartozik még egy élénkzöld levelű, sárgavirágú vadnövény is (*Ranunculus ficaria*), melyet a németek «Scharbockskraut»-nak neveznek. A magyar nép ezt a növényt *saláta boglárkának*, galambbegynek, tavaszi salátának, aranysalátának, pap-salátának, galambsalátának, kakuksalátának, Szentgyörgysalátának, Isten búzájának, fügelevelű fűnek hívja s ezek a hagyományos elnevezések ugyancsak arra utalnak, hogy a nép ősi ösztöne felismerte a benne rejlő gyógyító erőt és régóta használja salátaként.

Sokan tavasszal, március—április felé különös fáradtságérzést szoktak tapasztalni magukon. Levertség, kedvetlenség, fejfájás és végtagbeli fájdalmak a kísérő tünetei ennek a bajnak. Újabban ezt is a C-vitamin hiányával magyarázzák. A nyers gyümölcs, friss főzelék ilyenkor rendesen nagyon drága, úgyhogy nem nagyon szerepelhet polgári családok étlapján. Így azután nem kap szerveztünk elegendő vitamint s ha nincs is teljes vitaminhiány, a vitaminellátás elégtelensége okozza a bágyadtságot és a velejáró kellemetlen tüneteket.

Az igazi skorbut is a levertség érzésével kezdődik. Később a foghús megduzzad, gyulladásba megy át és vérzékeny lesz. Ennek persze az a következménye, hogy a fogak meglazulnak, majd kihullanak. A bőrben és izmokban szintén vérzések keletkeznek, az ízületek megduzzadnak, ami természetesen nagy fájdalmakkal jár. Az anyagcsere zavarai miatt azután a csontok szerkezete is megváltozik, szilárdságuk rohamosan csökken és könnyen állnak be törések. Az izmok térfogata összehúzódik. Sérülés esetében a vérzéshelyén nehezen gyógyuló fekélyek keletkeznek. A skorbutos beteg feltétlenül elpusztul, ha idejében nem segítünk rajta megfelelő mennyiségű C-vitaminnal.

Némileg a skorbuthoz hasonló tünetekkel jár a csecsemőknek vitaminhiány okozta betegsége, melyet az orvosok első ismertetőik után *Möller—Barlow-kór*nak neveznek. Ilyenkor a csontok már érintésre is fájnak, az ízületek megdagadnak, a foghús vérzeni kezd és a bőrön és nyálkahártyákon is sűrűn lépnek fel vérzések és fekélyek. Emiatt persze a táplálkozás, illetve az étvágy is nagyon csökken. Jellemző tünete, hogy a gyermekek ösztönösen félnek attól, hogy valaki hozzájuk nyúljon. Sok kutató vizsgálta e kór okát, de csak a vitaminok tanának elterjedése után tisztázódott, hogy ez is úgynevezett avitaminózis. Feltűnt például, hogy különösen azokon a csecsemőkön mutatkoztak e betegség tünetei, akiknek anyja a legnagyobb gonddal végezte el a mesterségesen táplált csecsemők táplálására szolgáló tehéntejnek szokásos csírátlantítását. A bakteriológusok a tejben előfordulható különféle, betegségek okozó csírák elpusztítására kíváncsiaknak látták, hogy hosszabb ideig 60 C°-on tartásuk a tejet (pasztörözés). Ez az eljárás a legtöbb kórokozó csíráját el is pusztítja, de egyúttal a hővel szemben érzékeny vitaminfajtaikat szintén elbontotta, a szegény csecsemők tehát gyakorlatilag teljesen

vitamintalanított tejjel táplálkoztak. Ma már úgy segíteneek rajtuk, hogy a főzés után a tejbe egy-két csepp málnaszörpöt tesznek, vagy — ha egyéb táplálék is adható — parajpéppel vagy sárgarépapéppel pótolják a vitaminhiányt. Érdekes, hogy a havasalföldi pásztorok ősi tapasztalat alapján az anyatej helyett tehéntejjel táplált csecsemőik tejébe hámozott sárgarépaszeletkéket vagdostak. Állítólag a hírhedt *Rasputin* is a tejben levő C-vitamin gyógyító hatását használta fel arra, hogy a vérékenységben szenvedő orosz trónörökösön bámulatosan jó eredményt érjen el. *Rasputin* ugyanis állandóan három-négy szoptatós dajkát tartott magánál s a tejüket időnként titokzatos módon felhasználta. Lehetőséges, hogy a babonás cári udvarban a C-vitamin segítségével érte el csodaszámba menő gyógyítóhírét, nemrégén kiderült t. i., hogy a C-vitamin jelenléte a vér alvadását jelentékenyen elősegíti. A tehenek tejének C-vitamintartalmát a takarmány minősége nagyon befolyásolja. Téli istállóban tartott, száraz takarmánnyal táplált tehén tejében sokkal kevesebb a C-vitamin, mint a szabadban legeltetett tehénében. A kísérleti tengerimalacokat pl. 20 cm³ nyári tehéntej jobban megvédte a skorbuttól, mint 60 cm³ téli tehéntej.

Norvég kutatók 1907 és 1912 között számos állattáplálási kísérletet végeztek, hogy a különböző anyagok C-vitamintartalmát megállapíthassák. A tiszta állapotban való előállításnak előfeltétele ugyanis, hogy olyan alapanyagból indulhassanak ki, amelyben lehetőleg sok van a vitaminból. Végre sikerült nekik zabból, szárított tejporból és szénából sok óras hevítéssel egy olyan alapanyagot összeállítaniok tengerimalacok számára, melyben a skorbuttól védő anyag már nem volt benne. Ha ezt adagolták bizonyos ideig szegény tengerimalacaiknak, kérlelhetetlen biztonsággal kitörtek rajtuk az emberi skorbuthoz hasonló jellegzetes tünetek. Ezzel azután

kezükben volt a módszer, hogy sorravegyék a különböző táplálékokat és vizsgálgassák C-vitamintartalmukat.

Magyar kutatónak, *Szent-Györgyi Albert* szegedi egyetemi tanárnak az érdeme, hogy a C-vitamin mibenlétét sikerült tisztázni. *Szent-Györgyi* a groningeri holland királyi fiziológiai intézetben a növényi sejtek lélegzési, illetőleg égési folyamatait vizsgálgatta. Kiderítette rövidesen, hogy egy különleges anyag szabályozza a sejtek ilyen irányú élettevékenységét. Később a cambridgei biokémiai intézetben folytatta kutatásait és arra a meglepő eredményre jutott, hogy az állati sejtek hasonló életfolyamatait ugyanez a rejtélyes anyag irányítja s ez a mellékvesében található. Az állati sejtek működésének tanulmányozása azonban hasonlíthatatlanul bonyolultabb feladat lévén, közelebbi megoldás kínálkozott a növényi sejtek további észlelése útján. A káposztalevélben és a narancs levében mutatkozott is ez az anyag, de a kitermelése egyelőre nem várt nehézségekbe ütközött. A mellékveséből is ki lehetne ugyan indulni, ez azonban olyan költséges kísérlet, melyre Európa szegény tudományos intézetei nem vállalkozhatnak. Kapóra jött tehát *Szent-Györgyinek* egy meghívás az amerikai Rochesterbe, a híres *Mayo*-klinikára. Itt azután anyagi eszközök is kellő mértékben álltak rendelkezésére, úgy-hogy mázsaszámra dolgozhatta fel a vágóhídkról beszerzett állati mellékvesét. Egy évi szakadatlan munkának meg is volt az eredménye, 20 grammnyi ismeretlen kristály volt az a kincs, mellyel hazatérhetett Európába. Ez bizony édeskevés ahhoz, hogy részletes vegyi vizsgálatnak vethessék alá. Annyit mindenesetre tisztázni lehetett, hogy a vízben és híg alkoholban oldódó kristályos anyag aránylag egyszerű szerkezetű, sav-jellegű vegyület, mely a sejtek lélegzésénél életbevágóan fontos szerepet játszik.

Időközben *Tillmans* német élelmiszervegyész a citrom-

lében rejlő skorbuttól védő anyagot vetette vizsgálat alá. Minden jó háziasszony tudja, hogy a citromlének igen erős színtelenítő hatása van, úgyhogy a legkülönbözőbb gyümölcs- és festékfoltokat el bírja halványítani. Már most *Tillmans* tengerimalacokon vitaminmentes etetéssel skorbutot idézett elő, azután különböző higitású citromlevelekkel gyógyították őket. Kiderült, hogy a skorbutgyógyító erő egyenesen arányban volt a citromlé színtelenítő hatásával. Ezzel azután elég egyszerű kémiai eljárás útján módja volt arra, hogy bármilyen növényi vagy állati anyag C-vitamintartalmát meghatározhassa. Egy ismert összetételű, erre alkalmasnak talált festékkel kell megfelelő módon összehozni a kérdéses anyagot s a festék elszíntelenedésének mértékéből következtetni lehet a vitamintartalomra, illetőleg a skorbutgyógyító hatásra.

A *Szent-Györgyi* által még 1927-ben a mellékveséből és narancsléből meg káposztából előállított kristályos anyagnak is, melyet ő hexuronsavnak nevezett el, ugyanilyen elszíntelenítő hatása volt. Ez a hasonlóság juttatta eszébe *Tillmans*nak, hogy talán azonos ez a két anyag. Kérésére maga *Szent-Györgyi* végzett állatkísérleteket s azt tapasztalta, hogy a skorbutot előidéző táplálékkal etetett kísérleti állatok nem betegedtek meg, ha egy félezredgrammnyi kristályos savat adott nekik. További pontos vizsgálatok bebizonyították, hogy valóban teljesen azonos a citromléből kitermelhető anyag a *Szent-Györgyi* hexuronsavának kristályaival. Skorbutgyógyító hatása miatt a savat véglegesen *ascorbinsavnak* nevezték el. Az ascorbinsavat, más néven C-vitamint a narancs és citrom levén kívül megtalálták a vörös berkenyében, a zsidócseresznyében, almában, birsalmában, zöldpaprikában, paradicsomban, parajban, hagymában és kisebb mennyiségben a tejben, zöldségekben, barackban, málnában, szederben, dinnyében. Érdekes,

hogy a vadon termő növényekben lényegesen nagyobb a C-vitamintartalom. A rendszeres nemesítés, ügylátszik, visszafejleszti a növényfajták vitamintermelő képességét.

Az ascorbinsav pontos vegyi szerkezetének kiderítése ezek után már csak idő és fáradság kérdése volt. 1933-ban *Micheel* göttingai vegyész érte el legelőször ezt a célt, úgyhogy az ascorbinsavnak, azaz a skorbuttól megvédő C-vitaminnak kristályformája és kémiai szerkezete végre teljesen tisztázódott. A következő lépés az ascorbinsav mesterséges előállítása volt. Ma már az emberi elme kutató munkásságának eredményeképpen a kémiai laboratóriumban fel tudjuk elemeiből építeni azt a fontos ételszabályozó anyagot, melyet szervezetünk maga nem bír előállítani. A növényekben előforduló, természetes ascorbinsav kitermelése terén ismét *Szent-Györgyié* az érdem, hogy a nagyban való kivonás módját kidolgozta és tökéletesítette. 2000 kg paprikából kb. fél kg tiszta ascorbinsavat lehet előállítani s ezenkívül a paradicsomhoz hasonló módon besűrített paprika-püré is elkészíthető olyan módon, hogy erősített C-vitamintartalmú, csípősségmentes, kellemesízű terméket kapunk (pl. *Vitapric*).

Régezte azt hitték, hogy a konzervek készítésénél a hevítés következtében pusztul el a C-vitamin s ezért kapnak skorbutot azok, akik hosszabb időn át szárított vagy konzervált élelmiszerekkel táplálkoznak. Újabb vizsgálatok alapján azonban megállapítható, hogy nem pusztán a hő, hanem a levegő jelenlétében való főzés bontja el a C-vitamint. Kellő gondos, óvatos kezeléssel (levegő kizárása mellett, úgynevezett légritkított térben történő hevítés és csíráatlanítás révén) olyan konzerveket lehet előállítani, amelyek C-vitamintartalma gyakorlatilag ugyanannyi, mint a friss gyümölcsé vagy főzeléké. A C-vitamin könnyen oxidálható vegyület lévén, még

közönséges hőmérsékleten is elbomlik hosszabb idő alatt. A citromlé például a levegőn állva C-vitamintartalmának nagyrésztét elveszti. Szerencse, hogy általában használt táplálékainkban vannak olyan anyagok is, melyek vegyi hatásuknál fogva az oxidációt akadályozzák, késleltetik s ez az oka annak, hogy a háztartásokban alkalmazott, kevésbé gyengéd főzési eljárás során mégsem pusztul el ételünk összes vitamintartalma.

Orvosi tapasztalatok szerint a C-vitaminnak kellő mennyiségben való adagolása a terhesség ideje alatt is rendkívül fontos. Mind az anyára, mind a magzatra nézve káros következményekkel járhat, ha túlkeves vagy semmi C-vitamin nem jut ezalatt szervezetükbe. Igen jó eredményeket értek el továbbá C-vitamin segítségével a vérzékenység gyógyításánál, azután súlyos belső vérzéseknél, a *paradentozé* nevű fogbetegségnél. A szemészetben is bizonyos reményekkel kecsegtet a tiszta C-vitaminkészítmények alkalmazása. Kiderült, hogy a hályog néha helyi C-vitaminhiány következménye. Az úgynevezett szemcsarnokvíz testünk C-vitaminban legdúsabb folyadéka. A kutatók szerint ez a C-vitamintartalom az öregedéssel kapcsolatban fokozatosan csökken. Bizonyos lencsehomályosodási tünetek mindig összefüggésben voltak a lencse és szemcsarnokvíz C-vitamintartalmának jelentékeny esésével.

Még egy érdekes megfigyelésről számolnak be egyes orvosok. Ha a tiszta C-vitaminból nagy mennyiséget adagolunk, az egészséges szervezet a vizeletben kiválasztja a fölös részt minden lebontás nélkül. Lázas betegek, rákbetegek és cukorbetegsgek vizeletében azonban nem találtak nyomát sem a C-vitaminnak. Ma még nem tudjuk, hová tűnik a fölös mennyiség ilyenkor. Lehet, hogy a beteg szervezet a szabályozó anyagot a kórral vívott harcában használja fel s ezért nem választja ki a többletet sem.

4. D-vitamin.

Az angolkórtól védő vitamin.

Az év első hónapjaiban egész Norvégiából a Lofot-szigetek felé özönlenek a halászok. Ezeket a szigeteket a szárazföldtől csak egy mérföld széles tengerág választja el, mely az ott uralkodó erős áramlatok ellenére is teljesen nyugodtnak látszik. Nyár derekán kihalt a vidék, télen azonban csak úgy hemzsegek ott a hajók és csónakok. Karácsonyra már a távol környék minden valamirevaló halásza összegyűlt a skandináv viszonyokhoz képest szokatlanul tágas és barátságos udvarházakban. Hogy miért ez a nagy sürgés-forgás? Ilyenkor «aratnak» a norvégek, ilyenkor van ugyanis — februártól kb. május-augusztusig — a közönséges tőkehal, állattani nevén *Gadus morrhua* L. ívási ideje. A világ egyik legfontosabb halfaja ez, melyet három évszázad óta szakadatlanul halásznak, véres háborúkat vívtak miatta, évente sokszázmillió darabot fognak belőle. Szerencséjükre az összes halak közt a legtermékenyebbek, egyetlen ikrás halban a kutatók 4—9 millió petét számláltak meg, úgyhogy a példátlanul nagyarányú irtás egyáltalán nem árt nekik. Régi feljegyzések tanúsága szerint már az 1000. évben sok halász élt tőkehalfogásból s ma kerek száz-ezer norvég férfi és nő keresi ezzel a kenyerét. Hogy mire használják fel ezt a tömérdek tőkehalat? A fejét levágják és külön hordókba gyűjtve állati takarmánynak vagy műtrágyának dolgozzák fel. Előbbi esetben tengeri moszatokkal együtt megfőzik, utóbbi célra pedig lassú tűzön pirítják és porráőrlik. Mindezt persze csak félreeső szigetekken lehet elvégezni, ahol az ezzel járó szörnyű szagok nem fertőzik meg emberlakta vidék levegőjét. A húsát szeletekre vagdosva a levegőn kiszárítják, így készül a stockfisch és a klippfisch. Ami végül a mi szempontunkból a legfontosabb, a máját óvatosan kifejtik

és nagy kádakban gyűjtik össze. A májból kiváló zsíradékot időnkint lekanalazzák, megfelelő szűréssel tisztogatják és minősége szerint külön hordókba töltögetik. Ezt nevezik nálunk csukamájolajnak. A legjobbminőségű és legkevesebbé undorító szagú és ízű természetesen az a csukamájolaj, melyet a bomlásnak induló májhal-mazból pár nap alatt leföloznek, a legrosszabb termék az, melyet a maradék kifőzése révén nyernek. Felhasználják még a tőkehal ikráját is csalétek gyanánt, úszóhólyagjából és nyelvéből pedig enyvvet főznek, vagy guánóként alkalmazzák. A tőkehal nyelve különben kiváló ínyenceledele. A tőkehalból készült csukamájolajnak gyógyító hatása évszázadok óta közismert. A szervezetet erősíti és az angolkóros tüneteket megszünteti. Gyógyhatásának magyarázatára az idők folyamán igen sokféle elméletet találtak ki. Az bizonyos, hogy nagy a tápértéke és a bennelevő zsírok sokkal könnyebben megemészthetők, mint más olajok és zsírok. Mai szakkifejezéssel élve azt mondhatjuk, hogy a csukamájolaj könnyen elszappanosítható zsírsavai könnyen egyesülnek a fehérjékkel olyan vegyületekké, amelyek szervezetünk anyagcseréjét előnyösen befolyásolják. Van aztán benne kevés jód és foszfor is, mely a kutatók szerint az ugyancsak bennelevő epealkatrészeknek emésztést segítő hatása folytán könnyen felszívódó alakban van jelen s ez okozza a jó hatást. Mindez azonban nem magyarázná meg kellőképpen a szervezetre gyakorolt befolyását. Egészen más oldalról megindult vizsgálódás vezetett végül kielégítő eredményhez.

Steenbock amerikai kutató sokat foglalkozott a szervezet mészanyagcseréjével. Röviddel a háború kitörése előtt azt az érdekes észrevételt tette, hogy kísérleti kecskéje, melyet külön elzárt istállóban tartott és korpából, búzából, riszből meg zabszalmából álló takarmánnyal táplált, naponta mérhetően több meszet választ ki szer-

vezetéből, mint amennyi az adagolt táplálékban belékerült volt. Világos tehát, hogy ez a méasztöbblet magából a szervezetből kerül ki s ez a folyamat rohamosan aláassa a szervezet épségét. Mihelyt azonban kecskéjét kiengedte a legelőre s a napfényre, megint rendbejött a mész anyagcseréje. *Raczinsky* ugyancsak azt tapasztalta 1912-ben, hogy a napfény határozottan gyógyító hatással van az angolkórra. A világháború minderről elterelte a figyelmet, úgyhogy csak a nagy világégés lezajlása után, Európa nyomorúságos éveiben érték rá ismét a kutatók az angolkórral való foglalkozásra. 1919-ben *Huldschinsky* német orvos kezdte el angolkóros gyermekeken azt a gyógymódot, hogy ibolyántúli sugarakat bőven termelő kvarclámpa alá állítgatta őket. Nem sikerült kifürkészni, hogy honnan vette orvosunk ezt az ötletet, de annyi bizonyos, hogy kéthónapos kezelés után sok-sok kis betege teljesen egészségesen, épcsonatokkal hagyhatta ott újmódi rendelőjét.

Tudományos cikkek világszerte elvitték a híret a berlini csodadoktor gyógymódjának. *Steenbock*nak erre eszébejutott rég elfelejtett kecskekísérlete, melyben a napfény hozta helyre kecskéjének állapotát. Most patkányokon kezdett kísérletezni. Fehérjéből, zsírból és keményítőből álló ételmet adott csak nekik s ettől csakhamar mutatkoztak rajtuk az angolkór jólismert tünetei. Kvarclámpájának ibolyántúli sugarai egy csapásra meggyógyították őket. Közben Angliából azt a hírt kapta, hogy az üres ketrecnek ibolyántúli sugarakkal megvilágítása is elegendő volt ahhoz, hogy később belégett angolkóros patkányok talpraálljanak. Az ilyen patkányok nemcsak, hogy meggyógyultak, de még a bőrük is gyógyító erejűvé lett. Ha belőlük kivágott bőrdarabkákat megetettek angolkóros patkányokkal, az utóbbiaknak is elmúlt a betegségük. *Steenbock* addig kutatgatta az üres ketrecek gyógyító hatásának rejtélyét, amíg rá-

jött arra, hogy nem a ketrec az oka a hatásnak, hanem a ketrecben maradt takarmány, melynek összetételét nyilván befolyásolni tudja az ibolyántúli sugárzás. Kísérletileg is bebizonyította elméletét. Két csoport kísérleti patkányt ugyanazzal az angolkórt előidéző takarmánykeverékkel etetett. Az egyik csoport táplálékát azonban előzőleg besugározta ibolyántúli fénnel, a másikat nem. Az első állatcsoport makkegészséges maradt, a másik súlyos angolkórba esett. Kiderült tehát, hogy a hatás ugyanaz, akár csukamájolajat adunk az angolkóros gyermekeknek vagy állatoknak, akár ibolyántúli sugarakkal kezeljük őket, akár pedig csak a táplálékukat kezeljük ilyen ibolyántúli fénnel. A tápanyagokban és a bőr alatt valami olyan, önmagában hatástalan rejtélyes anyagnak kell tehát lennie, mely ibolyántúli sugárzás befolyása alatt angolkórellenes szeré alakul. Az elméleti feltevés bebizonyítására nagy verseny indult meg a tudományos világ minden nemzetbeli kutatói között. Az A-vitamin esetében láttuk, hogy elővitaminnak vagy provitaminnak nevezzük az ilyen hatástalan anyagot, mely csak a szervezetben vagy valamely külső hatásra válik irányítóanyaggá. Amerikai kutatók eleinte a koleszterin nevű zsírszerű alkoholvegyületre gondoltak, melyet először az epekővekben találtak meg s az epében fordul elő. Később azonban *Windaus* és *Pohl* német kutatók kimutatták, hogy az igazi hatóanyag nem a koleszterin, hanem egy ergosterin nevű hasonló szerkezetű vegyület, mely a szervezetben a koleszterinnek igen kis mennyiségben bár, de állandó kísérője. Most már a csukamájolaj gyógyítóanyagának eredetét is tisztázni lehetett. Alacsonyrendű növényekben, gombákban és egyszettű mozszatokban, melyek a sarki tengerek felszínén nagy mennyiségben úszkálnak, aránylag sok ergosterin van. A pormentes sarki levegőben a napfény ibolyántúli sugarai igen erősek s a jégnek, hónak és a víztükörnek fény-

visszaverőképesége még növeli ezt a hatást. A moszatok ergosterinjét, az elővitamint tehát itt alakítja át hatékony D-vitaminná a napfény ibolyántúli sugárzása. A plankton alacsonyrendű állatainak főtápláléka ez a besugárzott moszattömeg. A plankton állatait viszont megeszik a kis halak, melyek májában már bizonyos fokig felhalmozódik a D-vitamin. A kis halakat aztán a ragadozó tőkehalak nyeldesik le s az állati szervezet által ilyen módon összegyűjtött D-vitamint kapjuk mi meg a csukamájolajban. D-vitamin van ezenkívül a tejben, vajban, tojásban, egyes ehető gombákban és nagyon kis mennyiségben egyes húsokban. Az elővitaminja, az ergosterin már sokkal elterjedt az állatvilágban. Az embernél valószínűleg a bőrünk cholesterolinben (és ergosterinben) gazdag faggyúmirigyei azok a vegyi műhelyek, amelyekben a napfény ibolyántúli sugarai hatására aktív D-vitamin képződik.

Érdekes, hogy a madarak úgynevezett farmirigyének, melynek szerepéről sokáig vitatkoztak a tudósok, igen fontos a tevékenysége a D-vitamin összegyűjtése körül. Fiatal csirkéket például kísérleti célból olyan élelemmel tápláltak, hogy jellegzetes angolkórtünetek mutatkoznak rajtuk. Egyik csoportjuknak aztán sebési úton eltávolították a farmirigyét, a másiknak nem. Most rendszeres táplálékot adtak mindkét csoportnak és napfényen tartották őket. Az ép csirkék csakhamar helyrejöttek, elérték régi testsúlyukat és szépen növekedtek. A farmirigy nélküliek azonban nem tudtak az angolkóros tünetektől megszabadulni. Részletes vizsgálatok kimutatták, hogy a farmirigy valamiképpen tárolja a D-vitamin elővitaminját. Különösen fiatal, fejlődésben lévő madarak gyakran szokták farmirigyük váladékával bekengetni tollazatukat. Az elővitamint tartalmazó váladék így kikerül a napfényre, ahol átalakul kész D-vitaminná s ez a madár szokásos tisztálkodása alkalmával

a csőrén át a szervezetébe jut. Valószínűleg D-vitaminhiány az oka annak is, hogy a tyúkok néha sok tollat nyelnek. Egyes kutatók a fejlődésben lévő gyermekek rossz szokását, a körömrágást is vitaminzavarnak tartják és megfelelő, vitamindús táplálék előírásával próbálják kezelni.

A csukamájolaj részletes tanulmányozása során már 1923-ban kiderült, hogy kétféle vitamin van benne. Az egyik az A-vitamin, melyről már előbb szoltunk, a másik a D-vitamin. A két szabályozóanyagot nem is olyan nehéz egymástól elválasztani. Ha csukamájolajat meleg levegő átvezetése útján oxidálunk, a hőnek alig ellentálló A-vitamin tönkremegy, az angolkórtól megvédő D-vitamin azonban megmarad benne. Ilyen úton mégsem sikerült tiszta D-vitamint előállítani. Az ergosterintartalmú anyagok hálásabb kiindulási pont voltak. Az élesztő zsírából először sikerült *Windaus*nak ibolyántúli besugárzás útján tiszta, kristályos D-vitamint előállítania. Ettől már csak egy lépés volt a kémiai szerkezet pontos tisztázása. Kiderült, hogy mind az ergosterin, mind a D-vitamin a sterin nevű szerves vegyületcsoportba tartozik és az összetétele meg a felépítése azonos, csak az úgynevezett kettős kötések helyezkednek el a molekulákban különbözőképpen. A szénatómok gyűrűiben ezeknek a kettős kötéseknek az eltolódása elegendő ahhoz, hogy az élettanilag hatástalan ergosterinből élettevékenységünket irányító D-vitamint alkosson. Ennek a szabályozóanyagnak hiánya okozza tudvalevőleg az angolkórnak nevezett súlyos betegséget. *Glisson* angol orvos 1650-ben írta le elsőnek s innen ered magyar neve is. Orvosi neve: rhachitis a görög rhachis = gerinc származéka s a kórnak a csontrendszere való hatására utal. Európában és Északamerikában gyakori gyermekbetegség. Statisztikai adatok szerint anyatejen nevelt gyermekek közt ritkább. Régente

sokkal tovább szoptatták az anyák a gyermekeket, talán ezért volt ritkább akkor az angolkór. A görögök és rómaiak, a középkori németek és franciák két évig, a mohamedánok, japánok, kínaiak, ázsiai és afrikai vad népek pedig 2—4, sőt 6—8 évig is anyatejen tartják a gyermekeket. Embereken kívül rosszul táplált háziállatokon is kiüt a kór, sőt *Nopcsa báró* magyar őslénykutató vizsgálatai szerint krétakori *Dinosaurusok* csontján és barlangi medvék csontjain is találhatók voltak angolkórszerű elváltozások. Az angolkór rendszeren az első életév végén és a második elején szokott jelentkezni, amikor a test növekedése aránylag a leggyorsabb. Ilyenkor a végtagok ízületei, aztán a bordákon a csont és porcogó határa sajátságosan megduzzadnak, esetleg a koponyacsontok is deformálódnak a szilárdság rohamos csökkenése folytán. A fogzás nagyon soká tart, a fogak szabálytalanul, néha csipkézett széllel jelennek meg. A járás megkezdésekor az alsó végtagok ismert módon meggömbülnek. A medencecsontok oldalt szintén benyomódnak. Ezeknek az elváltozásoknak közös oka, hogy a csontok nőnek ugyan, de nem rakódik le bennük elegendő mész. A csontok rendes növekedési módja ugyanis az, hogy a csont végén lévő vékony porcszövetcsík lassan elmeszesedik, csontsejtekké alakul és mellette keletkezik új porcréteg. Angolkórnál a porcsejtek nem bírnak elmeszesedni, elcsontosodni s így a csontvégeken vastag porcréteg képződik, mely természetesen csekély szilárdságú.

Újabb részletes vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a csontok képződésénél és fejlődésénél nemcsak a D-vitaminnak van fontos szerepe, hanem a csont alapelemeinek, a mésznek és foszornak is. Nem annyira a mennyiségüknek van jelentősége, mint inkább egymáshoz mutatott arányuknak. Ha a táplálékban a kalciumnál több a foszfor és kevesebb a mész, vagy több a mész és keve-

sebb a foszfor, angolkór keletkezhetik. Megfelelő mennyiségben jelenlévő D-vitamin azonban ilyen arányeltolódásokat ellensúlyozni tud, úgy hogy nem lépnek fel angolkóros tünetek. *Marek* és *Wellmann* magyar kutatók legújabb vizsgálatai szerint viszont a legkedvezőbb arányú mészfoszfor-adagolás esetén még D-vitamin nélkül sem mutatkozik angolkór. Az angolkór mellett a D-vitamin hiányakor, mint általában vitaminhiánynál észlelhető, a szervezetnek a fertőzésekkel szemben ellentállóképessége rohamosan csökken. Nemcsak a laboratóriumban patkányokon, hanem a gazdaságban malacokon is megfigyelték, hogy angolkóros állatok fertőzés iránt nagyon fogékonyak s esetleg ilyen módon részük lehet abban, ha hirtelen járvány tör ki.

A D-vitamin mesterséges adagolásánál a mennyiségekre bizonyos fokig vigyáznunk kell. Nagymennyiségű besugárzott ergosterin ugyanis mérgezősszerű tüneteket váltott ki a kísérleti állatokon. *Hipervitaminózis*nak, magyarul vitamintúladagolásnak nevezzük ezeket a jelenségeket, melyek jellemző tünete a mészlerakódások erőteljessége. Arra alkalmas helyeken, pl. az érfalakban, szívizomzatban, gyomorfalban, tüdőben, vesében rendkívüli arányú mészlerakódás áll elő, aminek természetesen igen kellemetlen következményei lehetnek. Vitamintúladagolással szemben legérzékenyebbnek találták a macskát, kevésbbé érzékenynek a lovat és legkevesbbé érzékenynek a tengerimalacot. Csirkéken és kételtűeken nem észleltek káros hatást. Az a szerencse, hogy a gyógyító és a mérgezést előidéző adag közt lényeges a különbség s mérgezési tünetek csak akkor jelentkeznek, ha a túladagolás aránylag hosszú ideig tart. Patkánykísérletek szerint ezek csak akkor mérgeződtek meg D-vitamintól, ha az angolkórt gyógyító adagnak 5000—50.000-szeres mennyiségét adták be nekik huzamosabb ideig. Növekedésük megállt ilyenkor, testük

súlya csökkenni kezdett s a vérnyomásuk emelkedett. A gyakorlatban az emberre káros adag akkora, hogy nem valószínű az előfordulása, de természetesen megfelelő orvosi előírás szükséges az erős hatású készítmények használatához, hogy minden káros hatásnak elejét vehessük.

5. E-vitamin.

A szaporodást és termékenységet elősegítő vitamin.

A vitaminkutatások ismertetése során hálátlanság volna meg nem emlékeznünk azokról a lenézett kis állatkákról, melyek mint «kísérleti nyul»-ak szenvedő szerepet játszottak. Ezer meg ezer egér, patkány, tengerimalac, nyúl, kutya, macska, kecske és ló került a tudomány előbbrevitele és betegségeink okainak kiderítése érdekében a különböző országok kutatóinak kezébe. Különösen az anyagi eszközökkel szinte korlátlanul ellátott amerikai kutatóknak volt módjuk arra, hogy az elképzelhető táplálási és kezelési előírások legváltozatosabb sokféleségét próbálják ki számtalan kísérleti állaton. Bizonyos fajta kísérleteknél az is szükséges, hogy a kezelésnek az egymásután következő ivadékokra gyakorolt hatását is megfigyelhessék, ami az egerek és patkányok igen gyors szaporodása mellett aránylag rövid kísérleti idő alatt is elvégezhető. Ilyen vizsgálatok alkalmával aztán néha azt tapasztalták a kutatók, hogy hosszabb ideig végzett különleges táplálás folytán bizonyos zavar mutatkozott egyes állatok szaporodásában. Az ilyen állatok látszólag teljesen egészségesek voltak, növekedésük is megfelelt a rendes mértéknek, idővel azonban mégis a terméketlenség jelei mutatkoztak rajtuk. *Evans*, *Bishop* és *Sure* amerikai kutatóknak 1923-ban sikerült e jelenség okát tisztáznok s azt az anyagot, melynek hiánya miatt álltak elő a szaporodási rendellenességek,

E-vitaminnak nevezték el. Ennek a vitaminnak a hiánya másfajta alakban mutatkozik a nőstény és másfajtában a hím állatokon. A nőstény állatok petefészke teljesen ugyanúgy működik, mint az egészségesé, a pete a rendes időben megéri, a megtermékenyítés és a pete vándorlása is normális és a pete a szokásos módon fészkelibe magát a méh nyálkahártyájába. A terhesség folyamán azonban a magzat előbb-utóbb elhal és vagy elvetélés, vagy felszívódás áll elő. Ez a folyamat a megfigyelések szerint annál előbb következik be, minél nagyobb E-vitaminhiányban szenvedett az anyaállat. Ha azután ilyen anyaállatnak a terhesség kezdetén és későbbi tartama alatt is elegendő mennyiségű E-vitamint adnak, a kihordás annak rendje és módja szerint végbemegy és életképes magzatokat hoz a világra. Megfelelő táplálkozás mellett az anya szervezetében igen sok E-vitamin raktározódhatik le. Egyes kutatók kísérletei kimutatták, hogy a terhesség előtt rendes étrenden tartott, de a terhesség alatt E-vitaminmentes táplálékkal etetett anyaállatok első, sőt második szülése is teljesen rendesen folyhat le, mert az anyaállat szervezete E-vitaminartalékot halmoz fel. Nőstény állatok E-vitaminhiánya tehát megfelelő kezeléssel gyógyítható. Hímeken azonban E-vitaminhiány következtében végzetesebb elváltozások állnak elő. A herékben az ondóképző sejtek lassankint elsatnyulnak és tönkremennek, emiatt azután terméketlenség áll elő, melyen későbbi E-vitaminadagolás már nem segíthet.

A táplálékok részletes vizsgálata kimutatta, hogy a legkülönbélebb növényi és állati tápanyagokban megtalálható az E-vitamin kisebb-nagyobb mennyiségben, úgyhogy embernél gyakorlatilag alig lehet E-vitaminhiányról beszélni. Eddig csak a patkányokon mesterségesen előidézett és a háziállatokon sokszor előforduló E-vitaminhiány tüneteiből ismerjük ezt a hiánybeteg-

séget. Magvakban és zöld levelekben még szárítás után is változatlanul megvan az E-vitamin. Különösen sok van belőle a búzában, zabban és a kukoricában. Az állati szervezet bizonyos szervekben felhalmozza, mint előbb már említettük, ezért azután az emlőszállatok húsaiban, mirigyeiben, kis mértékben a tejben és vajban is megtaláljuk. Legtöbbet a búzacsira tartalmaz belőle, úgyhogy a gyakorlati előállítása ebből történik. A búzacsirából préssel és éteres kivonással egy sárgaszínű olajat lehet készíteni, mely igen dús E-vitaminban. Megtalálták ezenkívül más olajokban is, például a kereskedésseli oliva- és kókuszolajban. Az E-vitaminról annyit tudunk, hogy meglehetősen ellentálló a hevítéssel és oxidálással szemben. Olyan olajokban is megtalálták, amelyekben ilyen kezeléssel az A-vitamin már elpusztult volt. Alkoholban és éterben jól oldódik és kibírja a 170°C -ig való hevítést. Fény hatására nem bomlik el, erős savak és lúgok szobahőfokon nem hatnak rá.

Alsóbbrendű állatoknál is fontos szerepet játszhat. A kutatók megfigyelték ugyanis, hogy a méhek társadalmának legfontosabb tagja, a méhkirálynő költési időszaka alatt naponta 3000 petét rak le, egy évad folyamán tehát 150—200.000 petét kell termelnie. Hogy honnan szerzi az ehhez a rendkívüli termékenységre kellő energiát, azt ma még nem tudjuk pontosan, de lehetséges, hogy ilyenkor E-vitaminban különösen gazdag anyagokkal látják el őt a dolgozó méhek.

A termékenységen kívül az anyatej képződésére és elválasztására is nagy hatással van ez a vitamin. Patkánykísérletek szerint azoknak a kicsinyeknek a súlya, fejlődése és halálozási aránya, amelyeket a szoptatás alatt E-vitaminmentes táplálékra tartott anyák etettek, jóval rosszabb volt, mint azoké, amelyek anyja E-vitaminból a szoptatás ideje alatt is megkapta a kellő

adagot. Valószínűleg nemcsak az anyának a szervezeteiben, hanem a fejlődő fiataléban is fontos az E-vitamin irányító tevékenysége s a tej útján kerül be az ivadékok anyagcseréjébe. Említésreméltó még az a tapasztalat is, hogy nem-terhes nőtényeken E-vitaminmentes kezelés alatt semmiféle káros hatást nem lehetett észrevenni, ennek a szabályozóanyagoknak tehát valószínűleg egészen különleges, a szaporodás folyamatait irányító befolyása kell, hogy legyen.

6. F-vitamin.

Zsírban oldódó növekedési vitamin.

1927-ben két kaliforniai kutató, *Evans* és *Burr* figyelte meg elsőnek, hogy a kísérleti patkányok nem fejlődnek kellőképpen akkor, ha egyébként minden tápanyagot, sőt és vitamint tartalmazó táplálékukat előzőleg igen gondosan zsírtalanították. Az új hiánybetegséget a növekedési zavarokon felül még más tünetek is jellemzik, úgyhogy a megfigyeléseket más kutatók is megerősítették. *Burr* és *Evans* később tovább dolgoztak a kérdés felderítésén és nemsokára rájöttek, hogy ezt az új hiánybetegséget főként a telítetlen zsírsavakhoz tartozó zsírok, elsősorban pedig a linolsav tudja megszüntetni és orvosolni. Más vizsgálatok szerint ez a feltevés nem helytálló, hasonló hiánybetegséget észleltek ugyanis olyan kísérleti állatokon, amelyek nem zsírtalanított eleségen éltek, sőt egyes kutatók a fellépett hiánybetegséget csukamájolaj adagolásával nem tudták megszüntetni, pedig a vizsgálatok szerint a jóminőségű csukamájolajban elegendő linolsav van.

*Evans*nak *Lepkovsky*val együtt végzett folytatólagos kutatásai azután kétséget kizáróan igazolták, hogy a patkányok normális növekedése csak linolsav jelenlétében észlelhető. *Becker* magyar kutató 1935-ben közölt kísérletei

ugyancsak arra az eredményre mutatnak rá, hogy a linolsav vitaminjellegű szerepet játszik a patkányok anyagcseréjében. Naponta 2—3 milligramm linolsav elegendő ahhoz, hogy a patkányokon ne lépjenek fel az *Evans* és munkatársai leírta hiánybetegségek tünetei. E kísérleteknél a linolsavat dióolajból állították elő. Igaz, hogy ezt a vegyületet és úgynevezett észtereit vegyi úton is el tudják készíteni a vegyészek, de a mesterséges készítményeknek sokszor más a hatása, mint a természetes linolsavnak. Ezt azzal magyarázzák, hogy a linolsavnak, melynek vegyi képlete $C_{18}H_{32}O_2$, több, ma még kélen nem ismert úgynevezett izomerje van. Ezekben az izomerekben az egyes atomoknak a térbeli elhelyezése más és más, vegyi képletük azonban egyező. Valószínű, hogy élettani hatásuk és az atomok térbeli elrendezése közt bizonyos összefüggés áll fenn. A különféle izomerek keverékéből álló mesterséges készítmények hatásfoka tehát könnyen érthetően különböző. A dióolajból kivont linolsav atomjai ellenben megmaradnak eredeti helyzetükben.

A linolsav a vitaminok nemzetközi elnevezése során az F-vitamin nevet kapta.

7. H-vitamin.

Seborrhoától védő, vagy bőrvitamin.

Ez a vízben oldódó vitamin a természetben a többi vitaminhoz képest aránylag ritkán fordul elő, így azután bizonyos fokú hiánya előállhat látszólag tökéletes táplálkozásmód mellett is. A kutatók (*Boas* és *György*) megfigyelései szerint H-vitaminmentes ételmen nevelt állatokon erős korpásodás, szőrhullás és különféle bőrbetegségek, rendellenes faggyúmirigyműködés (seborrhoa) volt észlelhető. Ha azután H-vitamintartalmú táplálékot adnak ilyen beteg állatoknak, a kellemetlen tünetek el-

mulnak, a kopaszodás helyén ismét megindul a szőr-képződés. Érdekes, hogy az ilyen helyeken újból kinövő szőrözet sokkal fénylőbb, erősebb és színesebb, mint a régi volt. A H-vitamint élesztőből és májból aránylag elég tiszta állapotban sikerült előállítaniok a kutatóknak s azt tapasztalták, hogy ez a készítmény rendkívül erős hatású. Vegytiszta alakban nem áll még ugyan rendelkezésünkre ez a vitamin, de erős hatású tisztított oldatai révén bizonyos emberi bőrbetegségeknél is felhasználják az orvosok a gyógyító hatását. Valószínűleg az úgynevezett aminosavakhoz közelálló szerkezetű vegyület.

8. J-vitamin.

Tüdőgyulladástól védő vitamin.

Ősidők óta ismeri az emberiség a citrom levének üdítő és gyógyító hatását. Meghűléses megbetegedéseknél minden háziasszony sietve készít meleg vagy hideg limonádét a féltett beteg asztalára. Az orvosi tudomány legújabb vizsgálatai egyre több ilyen ősi háziszerről állapítják meg, hogy bizony nem pusztán babona, vagy hagyomány az oka a használatuk elterjedtségének, hanem van bennük olyan élettanilag vagy vegyileg is kimutatható anyag, mely szervezetünket a megfelelő betegség ellen kellőképpen felvértezi. A vitaminok tanának gyermekkorában egyedül a citromlé C-vitamintartalmának tulajdonították a limonádé gyógyhatását. *Euler* stockholmi tanár vizsgálatai csak a legutóbbi időben tisztázták, hogy a citromnak és a fekete ribizkének a levében a C-vitaminon kívül még egy másik irányítóanyag is van, mely bizonyos fertőző csiráktól, főleg a tüdőgyulladástól megvédi a szervezetet. *Euler* egy csomó kísérleti állatot beoltott tüdőgyulladást okozó csirákkal, azután az egyik csoportjuknak tiszta C-vitamint, a másiknak

pedig természetes narancs- vagy citromlevet adagolt. Tapasztalatai szerint a természetes gyümölcslevekkel kezelt állatok hasonlíthatatlanul ellentállóbbak voltak a betegséggel szemben, mint azok, amelyek csak C-vitamint kaptak. Ennek a szabályozóanyagnak felfedezésekor a J betűn volt a sor s így kapta a tüdőgyulladástól védő rejtélyes anyag a J-vitamin nevet. Minthogy azonban rendesen a C-vitaminnak kísérője a természetben, egyes kutatók *C₂-vitamin* néven emlékeznek meg róla.

A vitaminkutatás mai állása szerint tehát szervezetünk irányításában ezek a többé-kevésbé tisztázott összetételű és hatásmódú anyagok játszanak fontos, nélkülözhetetlen szerepet. Hogy ezzel a vitaminok sorozata lezárult volna, arról korai volna megállapításokat tenni. *Szent-Györgyi* és munkatársai pl. csak nemrég közölték, hogy a C-vitaminban dús növényi anyagokban (citrom, narancs, paprika stb.) sikerült egy újabb, vitaminszerű anyagot találniok. A természetes C-vitamin kivonatok ugyanis olyan betegségeket is meg tudtak gyógyítani, amelyekre a vegytiszta, mesterséges C-vitamin-készítmények semmi hatással nem voltak. A kutatók kiderítették, hogy a természetben a C-vitaminnak egy vitaminszerű anyag a kísérője s ez okozza a különleges gyógyhatást. 200 kg citromból fáradtságos munkával 2 grammnyi kristályt tudtak elválasztani s megállapították, hogy $C_{28}H_{36-38}O_{17}$ a vegyi összetétele. Minthogy ez az eleinte «citrin»-nek elnevezett vegyület a vizsgálatok szerint főként a sejtek falának fehérje-áteresztő képességét (az úgynevezett permeabilitást) tudja szabályozni, később a *P-vitamin* nevet kapta s ezzel immár a második vitamin került a többiek sorába a magyar tudósok jóvoltából. A fontosabb vitaminok eddig kikutatott közelebbi adatait tájékoztatásul a következő táblázatos összeállításban közöljük.

A vitamin elnevezése.....	A	B ₁
Vegyi képlete	C ₂₀ H ₃₀ O	C ₁₂ H ₁₆ N ₄ OS
Halmazállapota	színtelen olaj	színtelen kristályok
Oldódik	zsírban, zsír-oldószerekben	vízben
Érzékenysége :		
1. Oxigénnel szemben ...	nagyon érzékeny	kissé érzékeny
2. Savakkal szemben ...	nagyon érzékeny	ellentálló
3. Lúgokkal szemben....	ellentálló	érzékeny
4. Hevítéssel szemben ..	oxigén távollétében ellentálló	120 C°-on bomlik
Egy napi szukségele :		
1. Állatoknál	0·5—1·0 γ* (patkány)	2—3 γ (galamb)
2. Embernél	0·2—1·0 mg*	0·75—1·0 mg
Nemzetközi egysége	0·6γ β-karotinnak megfelelő hatóképeség	10 mg rizs-ezústhártya-kivonat (= 1·8 γ kristályos B ₁ -vitamin) hatóképesége

* Egy mg a gramm ezredrésze, egy γ (gamma) a

B ₂ C ₁₇ H ₂₀ N ₄ O ₆ sárga kristá- lyok	C C ₆ H ₈ O ₆ színtelen kris- tályok	D C ₂₈ H ₄₄ O színtelen kris- tályok	E C ₃₆ H ₆₄ O ₂ (?) O°-on megder- medő sárgás olaj
vízben	vízben	zsírban és zsír- oldószerekben	zsíroldószerekben és zsírban
ellentálló	nagyon érzé- keny	ellentálló	kissé érzékeny
ellentálló	hidegben ellentálló	ellentálló	ellentálló
melegben érzékeny valamivel ellentállóbb, mint B ₁	érzékeny	ellentálló	ellentálló
	érzékeny	100° felett is megmarad	155 C°-on bom- lik, oxigén távollétében csak 200 C°-on
5 γ (patkány)	1—2 mg (tengeri- malac)	0·02—0·03 γ (patkány)	5—10 mg (patkány)
B ₄ -vitamin jelenlétében 1—3 mg	csecsemőnél 10—25 mg felnőtteknél 30—50 mg	csecsemőnél 0·002 mg anyánál 0·01 mg	ismeretlen
Élettani egy- sége 8·0 γ tisztá flavin- nak felel meg	0·05 mg tiszta ascorbinsav hatóképes- sége	1 mg besugár- zott ergosterin (= 0·025 γ tisztá, kris- tályos D-vitamin) hatóképessége	—

gramm milliomodrésze.

9. A vitaminok meghatározásának és kimutatásának módja.

Az egyes vitaminfajták részletes tárgyalásánál megemlékeztünk arról, hogy vegyi összetételük kérdése csak részben tisztázódott. Egészen természetes tehát, hogy vegyi úton már eleve pusztán azoknak a vitaminoknak a kimutatásáról, illetőleg mennyiségi meghatározásáról lehet szó, amelyeknek vegyi összetételét és szerkezetét sikerült a kutatóknak teljesen kideríteniök. Ezek közül egyik az ascorbinsav, a C-vitamin. Láttuk, hogy a C-vitaminnak igen erős a szintelenítő hatása, mely úgynevezett redukálóképességén alapul. Ezt az elszíntelenítőképességét használják fel a vegyészek a mennyiségi meghatározására. A módszer részletes ismertetése könyvünk keteit túlhaladná, elég annyit említenünk, hogy bizonyos módon előkészített anyagnak előírási összetételű és mennyiségű vegyszerekkel (pl. 2, 6-dichlorphenol-indophenol, vagy higított jóddoldat) kezelése során az elszíntelenedéshez, illetőleg újraszíneződéshez szükséges vegyi oldatok mennyiségéből a szakember ki tudja számítani az eredeti anyag C-vitamintartalmát. A módszer felfedezésekor a vitaminkutatók örömmel üdvözölték ezt az eljárást, mert sokkal egyszerűbb, olcsóbb és gyorsabban keresztülvihető, mint az állatkísérleteken alapuló élettani megfigyelések. Az örömet azonban nemsokára kissé megrontották azok a tapasztalatok, melyek szerint a módszer nem mindenkor ad egészen megbízható eredményeket. Esetleg jelen lehetnek ugyanis olyan hasonlóképpen redukáló hatású szerves anyagok a vizsgálandó termékben, melyek a vegyszereket úgy befolyásolják, mint az ascorbinsav. Ez persze az eredményt is befolyásolja, úgyhogy ilyen zavaró körülményekre a vizsgáló vegyészeknek mindig tekintettel kell lenniök.

A másik irányítóanyag, amelyet mind vegyi, mind

fizikai úton meg lehet határozni, az A-vitamin, azaz inkább ennek elővitaminja, a karotin. Ez a természetben aránylag igen bőven előforduló sárgászörös festék többféle módon is meghatározható. Az egyik módszer a festéknek antimontrichloriddal (SbCl_3) való reakcióján alapul (*Carr—Price*). A másik a festék sárga színe alapján történő fizikai meghatározás, melyet az úgynevezett tintométerben a sárga szín erőssége révén «sárga-egységekben» állapítanak meg. A legújabb, harmadik módszer már a kész A-vitaminnak mennyiségét igyekszik megállapítani, ez az 1934. évi londoni nemzetközi kongresszuson megtárgyalt és elfogadott színképfényképező (spektrophotometriás) módszer. A kutatók megfigyelték ugyanis, hogy az A-vitamin elnyelési (úgynevezett abszorpció) színképének ibolyántúli részében pontosan 3280 Angström hullámhossznál egy jellegzetes szalag mutatkozik, melyet más anyagok nem adnak. A kérdéses anyagból tehát (pl. csukamájolajból) 1%-os oldatot készítenek s ezt pontosan 1 cm vastag rétegben helyezik el a színképelemző készülék előtt. Ezen a rétegen áthaladó fény az anyag A-vitamintartalmának nagysága szerint többé-kevésbbé magas szalagot mutat az említett jellegzetes helyen s a szalag méreteiből számítják ki a szakemberek a vizsgált anyag A-vitamintartalmát.

A többi vitaminfajták meghatározásakor azonban pusztán élettani módszerekre vagyunk utalva, vagyis megfelelő állatkísérletek segítségével juthatunk csak olyan adatokhoz, melyekből a szakember ki tudja számítani a különféle anyagokban rejlő vitaminok mennyiségét. Hacsak lehet, élettani módszert használnak az előbb említett A és C-vitaminnak pontos meghatározásához is, mert a kutatók szerint ma még csak ezek az eljárások adnak teljesen megbízható értékeket, ha valamely anyag vitamintartalmának minőségi és mennyiségi meg-

határozását akarjuk elvégezni. A vitaminok felfedezésének története mutatja e módszer elvének és gyakorlati kivitelének kialakulását és fejlődését. Különböző országok száz meg száz szorgalmas kutatója annyiféle elgondolású állatkísérletet végzett az utóbbi évtizedek során, hogy ma már pontosan tudjuk, milyenfajta táplálékon kell tartanunk a kísérleti állatokat, hogy azokon rövidesen megjelenjenek valamelyik, esetleg több vitaminfajtának jellegzetes hiánytünetei. A kísérletek kivitelére igen alkalmasak az egerek, patkányok és tengerimalacok, mert aránylag könnyen és olcsón beszerezhetők, nem igényelnek nagymennyiségű táplálékot és elég gyorsan szaporodnak, úgyhogy a kezelésnek az ivadékokra való hatását több nemzedéken át aránylag rövid kísérleti időtartamon belül tanulmányozni lehet. A fehér patkányok különösen keresettek a kutató laboratóriumokban, mert gyors szaporodásuk mellett emésztésük és anyagcseréjük rendszere igen közel áll az emberéhez, úgyhogy a rajtuk tapasztaltakból még a leginkább lehet az emberi szervezetre feltehető hatásról megfelelő következtetéseket levonni. Klinikai kísérletekre természetesen csak beható állatkísérletek után és kellő remények mellett kerül sor a szokásos óvatosság mellett, emberi gyógyításra szolgáló készítmények tehát akkor kerülnek forgalomba, ha azok megfelelő voltáról igen sok tapasztalat, adat áll már rendelkezésre.

Az állatkísérletek kivitelének módja röviden a következő. A kutató laboratórium megbízható helyről beszeresz megfelelő törzsállományt és megkezdí a kísérleti állatok szaporítását. A törzs úgynevezett egyöntetűségére különleges gondot kell fordítani. Az eredmények értékelésénél fontos ugyanis, hogy lehetőleg egyforma származású, egyenlő szervezeti adottságokkal bíró állatok kerüljenek az egyes csoportokban összehasonlításra. A kiválasztott állatokat a kísérletek természete s egyéb

körülményekhez képest egyenként, párosával vagy többmagukkal elhelyezik egy-egy rácsos ketrecben vagy felül nyitott üvegedényben. A kísérleti állatok azután naponta előírt összetételű és mennyiségű élelem-adagot és vizet kapnak. A legfontosabb megfigyelési adat az állatok testének súlya. A zárt sorokban elhelyezett tömérdek ketrecen kívül tehát a legszembetűnőbb felszerelése a vitaminkutató laboratóriumnak a pontos állatmérleg, melyen minden egyes kísérleti állatot naponta vagy hosszabb időközökben lemérnek. A testsúly-megfigyelés mellett azután az állatok egészségi állapotát, élénkségét, étvágyát és esetleges kóros tüneteit is észlelni kell. Időnkint megfelelő módon a növekedésüket és mozgási képességüket vetik vizsgálat alá. Az állatok a táplálék minőségéhez képest bizonyos idő múlva többé-kevésbbé kóros tünetek közt megbetegednek, kivéve azt az úgynevezett ellenőrzési csoportot, melyet a kutatók minden kísérletsorozatnál beállítanak. Ez abból áll, hogy ugyanabból a törzsből, melyből a tényleges kísérlet állatai származnak, ugyanakkora csoportot elkülönítenek és annak rendje és módja szerint minden földi jóval, azaz minden vitamint és tápanyagot tartalmazó takarmánnyal ellátnak. Ez a csoport szolgál azután az összehasonlítás alapjául, ez mutatja, milyennek kellene az állatoknak lenniök vitaminhiány nélkül.

A vitaminmentes táplálékon tartott kísérleti állatokat a kutatók kétféleképpen használhatják fel. *Az első módszer* a régebbi, az úgynevezett *gyógyítási* (therápiás) *próba*. Ilyenkor a kérdéses anyagnak vitamintartalmát úgy határozzák meg, hogy a vitaminhiány folytán megbetegedett állatoknak beadják naponta a kérdéses anyag pontosan lemért mennyiségét. Sorozatosan ismételt kísérletek eredményéből és párhuzamosan alkalmazott különféle adagok hatásából azután ki lehet számítani, mekkora anyagmennyiség tudta a vitaminhiány tüneteit tartósan

orvosolni. Már most az egyes vitaminfajtákra vonatkozólag kísérleti adatok állnak rendelkezésünkre, hogy mekkora az a legkisebb adagjuk, melynek már tartós gyógyító hatása mutatkozik. Ebből a két adatból számszerűen is megtudhatjuk a kérdéses anyag vitamintartalmát. A gyógyítási módszernél tehát ténylegesen az észlelt gyógyhatás az alapja a meghatározásnak. Ez a módszer természeténél fogva kissé hosszadalmas. Ezért az utóbbi időben a *védő* (profilaktikus) *módszerre* kezdenek áttérni a kutatók. Ennek az az alapelve, hogy nem avatkoznak bele gyógyítóeszközökkel a kísérlet menetébe. Egy ellenőrző állatcsoport minden vitamint és tápanyagot kellőképpen tartalmazó takarmányt kap, hogy az összehasonlítás alapjául szolgáljon. A másik csoport azután olyan takarmánnyal táplálódik, amelyben a kérdéses egy vagy több vitaminon kívül minden egyéb vitamin vagy tápanyag megvan. Ehhez az alaptakarmányhoz hozzáadják annak az anyagnak adott mennyiségeit, amelynek vitamintartalmát meg akarják határozni. Ez az állatcsoport tehát aszerint fog többé-kevésbé rendes körülmények közt fejlődni, hogy a vizsgálandó anyag tartalmazza-e a szándékosan kihagyott vitamint és ha igen, milyen mértékben. A két csoport fejlődésének és esetleges tüneteinek összevetése révén, megfelelő táblázatok, grafikonok, matematikai és interpolációs műveletek végzése segítségével ki lehet számítani a kérdéses anyag számszerű vitamintartalmát.

Akármelyik módszerrel dolgoznak is a kutatók, a kísérlet bizonyos ideig való folytatása után a fejlődés fokát és az esetleges kóros tüneteket megfigyelik, azután az állatokat kiirtják és szakszerű felboncolásuk útján állapítják meg belső szerveik esetleges betegségeit. Sokszor fényképezőgép segítségével is megörökítik a csoportok fejlődésében mutatkozott rendellenességeket.

10. A vitaminok egységei.

A vitaminok egységeinek megállapításakor az állatkísérleteknél észlelt adatokból szoktak kiindulni és újabban az egyöntetűség céljából nemzetközi összejöveteleken szoktak megállapodni a világszerte használt egyforma egységekben.

Erre a nemzetközi megegyezésre azért volt szükség, mert eleinte jóformán minden vitaminkutató laboratórium a maga-megállapította élettani egységekben számolt és ilyen egységekben közölte kísérleti eredményeit, eszerint értékelte továbbá a megvizsgált tápszereket és gyógyszereket. A kellő összehasonlításra nem volt tehát semmi elfogadható alap.

Eleinte természetesen a nemzetközi egységek is élettani kísérleteket vettek alapul az egységnyi hatóképesség megállapításakor. A különféle vitaminoknak tiszta, kristályos alakban előállítására bizonyos fokig megkönnyítette az egységes számolást. Ezeket ugyanis a szokásos súlyegységekben, azaz grammokban vagy a grammnak ezred- és milliomodrészeiben is kifejezhetjük.

Legutóbb az 1934-ben tartott nemzetközi megbeszélésen a Nemzetek Szövetségének egészségügyi bizottsága a következő vitaminok egységeit állapította meg:

Az A-vitamin szabványos alapanyaga a tiszta béta-karotin. A nemzetközi egység e vegyület 0.6 milliomodgrammjának a hatóképessége.

A B₁-vitaminnak a rizs ezüsthártyájából készült adszorpciós termék a szabványos alapanyaga. Ennek 10 ezredgrammja a nemzetközi egység, mely 1.8 milliomodgramm tiszta, kristályos B₁-vitamin hatóképességével egyenlő.

A B₂-vitaminra nem állapították még meg a nemzetközi egységet. A jelenleg használt élettani egysége 8 milliomodgramm tiszta flavin hatóképességének felel meg.

A C-vitamin szabványos alapanyaga az ascorbinsav, melynek 0.05 ezredgrammnyi mennyisége a nemzetközi egység.

A D-vitamin szabványos alapanyaga az előírt körülmények között megfelelően (ibolyántúli sugarakkal) besugárzott ergosterin. Ennek egy ezredgrammját nevezték el nemzetközi egységnek. Hatóképesége megfelel a tiszta kristályos D-vitamin 0.025 milliomodgrammja élettani hatásának.

A többi vitaminfajta eddig nincsenek nemzetközi egységek megállapítva s a fentemlített egységek is a kutatás természeténél fogva esetleges változásoknak lehetnek alávetve. Az egységek nemzetközi megállapításának az volt a gyakorlati célja, hogy a kísérletek eredményeit, továbbá az élelmiszerek és gyógykészítmények hatóképeségét egyértelműleg határozhassák meg a különböző országok kutatói.

11. A vitaminok hatásmódja.

A művelt országokban a kutatók tekintélyes serege dolgozik világszerte, hogy tisztázhassa a vitaminok hatásmódjának ismereteit. Annyit mindenesetre világosan látunk már, hogy mindegyik vitaminnak egyaránt fontos szerep jut a szervezet növekedésében és a fertőzések-től védelmében. A vitaminok indítják meg és szabályozzák a bonyolult anyagcsereváltozásokat mind az egyes sejtekben, mind a sok sejtből álló, különleges rendeltetésű sejtcsoportokban. Szinte egy nagy zenekart vezénylő karmesterrel hasonlíthatnók őket össze, aki tulajdonképpen egyik hangszeren sem játszik, mégis nélkülözhetetlen, s akinek fontos szerepét csak akkor méltányoljuk, ha véletlenül nincs a helyén. Az ilyenkor keletkező nagy zavar mutatja, hogy szükség van rá.

A vitaminoknak a sejtek anyagcsereforgalmára hatá-

sát három részre tagolhatjuk : Először a sejtek alakjára, növekedésére, szaporodására és állományuk felújítására vannak hatással. Másodszor az úgynevezett felületi feszültségre gyakorolt befolyásuk révén a sejtek áteresztőképességét szabályozzák s ezáltal jelentős szerepet játszanak az egyes anyagoknak a bél útján történő felszívódásában. Harmadsorban pedig a sejtekben végbe-menő vegyi anyagcserére vannak befolyással, az erjesztők tevékenységét szabályozzák, a sejtek lélegzését és a sejtekben lefolyó energiaátalakulásokat. Érdekes összefüggéseket találtak egyes kutatók a vitaminok hatása és bizonyos nehéz fémek jelenléte között. A vitaminok teljes hatása eszerint csak akkor fejlődik ki, ha a táplálékkal ezek a nehéz fémek is kellő mennyiségben bekerülnek a szervezetbe. Az A-vitamin pl. az égésfolyamatokat szabályozni, a C-vitamin a skorbuttól a szervezetet kellőleg megvédeni csak akkor bírja, ha bizonyos mennyiségű vas is jelen van. Hasonlóképpen a B₁-vitamin is csak réz segítségével tudja a cukor anyagcseréjét befolyásolni és az E-vitamin csak mangán jelenlétében bírja a terhesség megszakadását megakadályozni. Ezeken az általános megállapításokon kívül egyes vitaminok hatásmódjáról vannak még különleges adataink.

Az A-vitaminról megállapították, hogy az úgynevezett külső csiralemez hámsejtjeiből fejlődő sejtek életműködésében játszik döntő fontosságú szerepet. Hiánya esetén e sejtekben a sejtmag rosszul vagy egyáltalán nem fejlődik ki és a sejtek fala túlságosan áteresztővé válik, nem védi meg kellőképpen a szervezetet a külső behatásoktól és a fertőző csiráktól. Az egészséges szervezetben a nyálkahártyák szinte áthatolhatatlan páncélja őrzi a testet a baktériumok állandó ostromával szemben, a meggyengült ellentállóképességű nyálkahártyasejtek azonban védtelenül hagyják e fontos bástyákat. Ezért

hívják az A-vitamint hámvédő vagy fertőzéstől megóvó vitaminnak is. Bizonyos fokig szervezetünk zsír- és lipoid-anyagcseréjét is irányítja az A-vitamin.

A B₁-vitamin főtevékenysége az idegek sejtjeiben az anyagcsere és életműködés szabályozása, ezért okoz a hiánya elsősorban idegbénulások tüneteket. Befolyással van továbbá a pajzsmirigy munkájára és *Abderhalden* megállapítása szerint nem kevésbé fontos szerepet játszik a szervezet szénhidrát-anyagcseréjének irányításában. A szénhidrátok egy részét ugyanis a szervezet a tárolásra alkalmasabb glikogén alakjában raktározza el. Kísérleti eredmények igazolták, hogy B₁-vitamin hiányakor ez a tárolás a kellő mértéket meghaladja és túlságosan sok glikogén halmozódik fel a májban és a szívizomzatban, a raktározás legfontosabb helyein. Kellő mennyiségű B₁-vitamin adagolása révén a glikogén tárolása a rendes mértékre csökkenthető.

A B₂-vitamin eddig kiderített tevékenysége kettős irányú. Egyrészt egy különleges hatású erjesztővel, a *Warburg*-féle lélekzést elősegítő fermenttel kapcsolódik össze és így irányítja a sejtben végbemenő égésfolyamatokat, másrészt pedig a gyomornedvben található hormonanyaggal egyesülten a csontvelőben befolyásolja a vörös vérsejtek képződését. Érdekes példáját látjuk tehát a vitaminok és erjesztők meg a vitaminok és hormonok együttműködésének. Ebben az esetben egyikük sem hatóképes egymagában. A szervezet megfelelő helyén azonban várja a kiegészítő anyag, mellyel együttműködve azután kifejti a kellő hatást. A vörös vérsejtek utánpótlási zavarait, az úgynevezett vérszegénységet tehát két okra vezethetjük vissza: vagy a B₂-vitamin, vagy pedig a gyomornedv hormonja hiányzik a szervezetből s ezért nem képződhet a két alkotórész egyesülése révén a vérsejtalkotást szabályozó hatóanyag. Ezen az úton elindulva sikerült egy rettegett, gyógyíthatatlan betegséget,

a vészes vérszegénységet orvosolhatóvá tenni, mint egy későbbi fejezetben látni fogjuk.

A C-vitamin részletes tárgyalása mutatta, hogy főleg az anyagcsere kellő szabályozásában végez fontos tevékenységet ez az irányítóanyag. Magukban a sejtekben pedig elsősorban azokra a szervekre hat a kutatók szerint, amelyek az úgynevezett középső csiralemezből fejlődnek ki.

A D-vitaminnak szervezetünk mész- és foszfor-anyagcseréjében jut nélkülözhetetlen szerep. A D-vitamin irányítása nélkül a csontképződésben súlyos zavarok állnak elő, ha a táplálékunkban nem olyan arányú a mész és foszfor mennyisége, mint amilyen a csontképzéshez a legmegfelelőbb volna. A kutatók megállapítása alapján valószínűnek látszik, hogy a D-vitamin a sejtfelületnek, a sejtfalnak az áteresztőképességét fokozza és ezáltal növeli a bélből a szervezetbe jutó mésznek és foszfornak a mennyiségét. Továbbá még akkor is szabályozni tudja a két tápanyagnak a lehető legkedvezőbb arányban történő felszívódását, ha azok a táplálékban igen előnytelen arányban volnának jelen. Hatására ezenkívül a csontokban megindul a mész lerakódása. A hormonok fejezetében látni fogjuk, hogy a D-vitamin bizonyos tekintetben ellenlábas a mellékpajzsmirigyek váladékának. A D-vitamin hatására a vér a csontok megfelelő helyén leadja az elcsontosodáshoz szükségelt mesztartalmat, a mellékpajzsmirigy-hormón pedig a csontokban lerakódott meszet a vérrel feloldatja és kiviteti a szervezetből. A két ellentétes hatású anyag együttműködésétől függ tehát, növekednek-e csontjaink, lerakódik-e bennük a táplálékban felvett mész, vagy ellenkezőleg csökken-e a csont állománya és mészvesztesség áll-e elő?

A többi vitaminfajtának hatásmódjáról közelebbi adataink nincsenek még. Többé-kevésbé általános átte-

kintést nyújt azonban *Kühnau* összeállítása a különféle vitaminok tevékenységének teréről.

Szerinte ugyanis a szervezet fertőzéseknek ellentálló képességét növeli az A, B₁, B₂, C, D és H-vitamin.

Az idegrendszer működését fenntartja az A, B₁, B₂, B₄ és C-vitamin.

Vérszegénységtől védi a szervezetet az A, B₁, C- és D-vitamin.

A csontok képződését irányítja az A, B₁, C és D-vitamin.

A nemi tevékenységet befolyásolja az A, C és E-vitamin.

Végül pedig a növekedést elősegíti a H-vitamin kivételével az összes többi vitaminfajta.

12. A vitaminok szerepe a táplálkozásban.

A táplálkozás kérdésének szorgalmas kutatói már évtizedekkel ezelőtt megállapították volt, hogy a dolgozó embernek naponta kb. 118 gramm fehérjére, 56 gramm zsírra és 500 gramm szénhidrátra van szüksége bizonyos ásványi sókon és vízen kívül. Ez az adat ma is érvényes, a vitaminok felfedezése óta csak annyit kell hozzátennünk, hogy ezeken a jelentős mennyiségekben szükséges alapanyagokon felül még néhányfajta anyagot megkíván szervezetünk, ezekhez viszonyítva igen kicsiny adagokban. A kutatás során az egyes vitaminfajtákkal kapcsolatban bizonyos számadatokat is meg lehetett állapítani (l. a 66—67. lap táblázatát), melyek azt mutatják, hogy naponta milyen sok vitaminra van szervezetünknek szüksége, hogy tevékenységét zavartalanul elláthassa. *Abderhalden* tanárnak, a neves táplálkozástani kutatónak vizsgálatai szerint azonban ezek a számadatok nem tekinthetők olyan teljesen pontos, elengedhetetlenül szükséges előírásoknak, mint pl. a fehérjék, zsírok és szénhidrátok

mennyisége. Kiderült ugyanis a kísérletek során, hogy a szervezet vitaminszükségletét a táplálkozás módja rendkívül nagy mértékben befolyásolja s aszerint, hogy táplálékunkban milyen a fehérje, zsír és szénhidrátok aránya, több vagy kevesebb vitaminra van szükségünk az egyes fajtákból. Ha pl. a szénhidráttartalmú tápanyagok túlsúlyba jutnak a többiekkel szemben, a szervezetnek több B₁-vitaminra van szüksége. Ez az irányítóanyag segíti tudniillik elő a cukornak és a keményítőnek feldolgozását meg a raktározását. Minthogy azonban ezen a téren még csak szórványos adatok állnak rendelkezésünkre, általában elfogadhatjuk tájékoztató számoknak a kutatók megállapította vitaminszükségleti értékeket.

A kellő mennyiségű vitaminok adagolásának természetesen már a szervezet fejlődésének legelső idejében meg kell történnie. Kísérletileg beigazolódott, hogy a terhesség alatt kapott vitamindús táplálék az anyának szervezetén keresztül igen hatásosan tudta a magzat fejlődését, életképességét és ellentállóságát befolyásolni. A csecsemő számára az anyatej vitaminok dolgában is a legmegfelelőbb táplálék, mely minden szükséges anyagot a kellő arányban és mértékben tartalmaz. A szoptatás idejében esetleg a vitaminok mennyiségét növelni is lehet azáltal, hogy az anyának különlegesen vitamindús táplálékot vagy orvosi rendellet szerint adagolt tiszta vitaminkészítményeket adunk.

Mesterségesen táplált csecsemőknél a már említett okokból arra kell vigyáznunk, hogy a tejnek egészségügyi szempontból végzett csírátlanitása, felfőzése vagy pasztörözése (azaz 60—70 fokra felmelegítése) bizonyos fajta vitaminokat majdnem teljesen elbont. Gyümölcslevek hozzáadásáról az első hónapokban még nem lehet szó, szükség esetén tehát csak a megfelelő vitaminnak tiszta készítmény alakjában adagolása segíthet a vitaminhiányon. A harmadik hónaptól kezdve már a csecsemő

szervezete is elbírná, ha a tejbe egy-két kávéskanálnyi narancs-, citrom-, cseresznye-, paradicsom-, málna- vagy szőlőlevet teszünk s a forralt tehéntej csökkent vitamintartalmát ezen az úton pótoljuk. A negyedik-ötödik hónaptól kezdve mind az anyatejjel, mind a tehéntejjel táplált csecsemő vegyes táplálékot kaphat s ekkor már igen változatos étrend áll rendelkezésünkre a vitamintartalmú zöldségekből. Sárgarépa, paraj, karfiol, kalarábé, paradicsom, burgonyapép, stb. megannyi jobbnál-jobb vitaminforrás. A D-vitaminhiány elkerülésére különösen a téli hónapokban ajánlatos a csökkent vitamintartalmú tejet és vaját megfelelő adagolású csukamájolajjal, esetleg D-vitaminkészítményekkel vagy ibolyántúli besugárzással kiegészíteni, természetesen kellő orvosi felügyelet mellett.

A serdülő gyermekek és felnőttek vitaminszükségletét aránylag könnyű megfelelő vegyes étrenddel biztosítani, minthogy az élelmiszerek egész sorában találni több-kevesebb, különböző fajta vitamint. A háziasszonyokra hárul ennek a nem lebecsülendő fontosságú, de nem egykönnyen megoldható feladatnak a megvalósítása. *Nietzsche* szerint az ember fejlődését a legjobban megakaszthatja és a legrosszabb irányba terelheti a rossz szakácsnő s az észszerőtlenül vezetett konyha. A konyhaművészet nagymestere, *Brillat-Savarin* is azt tartotta, hogy a népek sorsa attól függ, hogyan és mit esznek. A modern háziasszonynak tehát ismernie kell a legfontosabb tápanyagok vitamintartalmát, ha hivatása magaslatán akar állni. Az itt következő néhány táblázatban igyekszünk minderről egy kis tájékoztatást adni.

Fontosabb tápanyagok A-vitamintartalma:

100 gramm	Tartalmaz milligramm carotint:
csukamájolaj	4—200
vaj	2—20
tojássárgája	4—20
tej	0·2—0·8
sajt	1·6—3·2
máj (nyáron)	40
máj (télen)	7—12
zöld saláta	20
paraj	8—24
sárgarépa	8
paradicsom	1·6
zöldbab	1·4
zsombor	4
szeder	0·8
áfonya	1·6
fekete cseresznye	0·6
kelkáposzta	4

A növényi eredetű tápanyagokban inkább csak az A-vitamin elővitaminja, a karotin található, az állati származásúakban azonban a karotinon kívül kész A-vitamin is előfordul. A dolgozó felnőtt ember szervezetének naponta kb. 3—5 milligramm karotinra van szüksége, de legalább 1 mg kell a hiánytünetek elkerülésére. Az úgynevezett optimális (legmegfelelőbb) napi adag 5 milligramm. Csecsemőknek és serdülő gyermekeknek aránylag kisebb az A-vitaminszükséglete. A nemzetközi egység 0.6 milliomodgramm beta-karotinnak felel meg.

Fontosabb tápanyagok B₁-vitamintartalma:

100 gramm	Tartalmaz milliomodgramm B ₁ -vitamint :
nyers marhahús	90*
nyers ürühús	110
főtt borjúhús	90
főtt marhamáj	270
ürösült	90
nyers juhvese	340
sült csirke	70
sertéssült	580
főtt sonka	400
nyers sertésvelő	110
nyers sertésvese	610
nyers tőkehal	70
keszeg	55*
dobozos szardínia	55*
tehéntej	40
gorgonzola sajt	55
Cheddar sajt	0
Cheshire sajt	55*
főtt tojás sárgája	250
főtt tojás fehérje	nyomokat
száraz bab	220*
főtt cékla	125
nyers fodorkel	110—145
nyers rózsakel	110
nyers murek	110
nyers celler	nyomokat
nyers kelvirág	200
főtt kelvirág	55
uborka	55*
nyers lencse	380
fejes saláta	160
nyers csiperkegomba	90
nyers vöröshagyma	70*
hüvelyes zöldborsókonzerv	220*
nyers burgonya	70*
főtt burgonya	55
hónapos retek	110
nyers rebarbara	0

100 gramm	Tartalmaz milliomodgramm B ₁ -vitamint
nyers paraj	125
nyers sárgarépa	70
főtt sárgarépa	nyomokat
nyers zombor	110
alma	70*
banán	90
datolya	55*
préselt füge	180
szőlő (héj nélkül)	nyomokat
grape-fruit	70
narancs	70*
körte	55*
szilva	70
aszalt szilva	160
mazsola	135
mandarin	70
paradicsom	70
mandula	140*
gesztenye	160
mogyoró	360
dió	270
őrölt kakaóbab	250*
kakaópor	0
búza	415—610
búzacsira	1060—3375
búzakorpa	235*
zabliszt	585
rizskorpa	1010—1370
rozscsira	1350
árpacsira	2500
tengericsira	830*
száraz sörélesztő	1100—4150
sör	3

A B₁-vitamin nemzetközi egysége 1.8 milliomod-gramm kristályos B₁vitaminnak felel meg. A csillaggal jelzett adatok csak ideiglenes tájékoztató számok.

Fontosabb tápanyagok B₂-vitamintartalma:

100 gramm	Tartalmaz	
	élettani	színössze- használó
	módszerrel meghatározva milliomodgramm flavint	
marhamáj	4000	1500—1700
marhavesz	—	800—1600
marhaszív	1040	—
marhaizom	280	—
borjúhús	400	—
csirkehús	240—280	—
lazac, hering	nyomokat	—
tojássárgája	400	550
tojásfehérje	280	450
tej	80	100
burgonya	40—80	10
kel	120	50
paraj	160	80
sárgarépa	—	20
borsó	—	90
paradicsom	40—80	50
búzaszem	—	20
tengeri	—	100
csírázott árpa	—	60
hámozott banán	—	8
aszalt sárgabarack	—	57
világos sör	—	30
fehér bor	—	10
citromlé	—	3
méz	—	105
malátakivonat	—	210
Cenovis-élesztőkivonat ...	—	4300
száritott élesztő	—	1800—2100

A B₂-vitamin szabad flavinvegyületek alakjában aránylag ritkán fordul elő a természetben (pl. a tejben). Egyébként az úgynevezett «sárga erjesztő»-nek, egy nagymolekulájú szerves vegyületnek az alkotórésze gyanánt szerepel. A B₂-vitamin élettani egysége 8 milliomodgramm flavinnak felel meg.

Fontosabb tápanyagok B₆-vitamintartalma:

100 gramm	Tartalmaz patkányegységet
marhamáj.....	330
marhaszív.....	130
borjúhús.....	130
marhaizom.....	100
csirkehús.....	100
tojásfehérje.....	0
tej.....	10
lazac, hering, tőkehal.....	200
tőkehal mája.....	50

Az ember B₆-vitaminszükségele még nincs megállapítva. A B₂-vitaminnál tapasztalt arány alapján valószínűnek látszik, hogy kb. 150 patkányegységnek felel meg. Újabb vizsgálatok szerint főként a szervezet kénanyagcseréjében van fontos szerepe ennek a vitaminfajtának.

Fontosabb tápanyagok C-vitamintartalma:

100 gramm	Tartalmaz milligrammot	
	nyersen	főttén
tehéntej.....	0'5—1'0	—
anyatej (női tej).....	4—7	—
burgonya.....	10	5—10
paraj.....	8	2
kelvirág.....	50	8
kel.....	75	16
rózsakel.....	50	50
spárga.....	25	—
fehér káposzta.....	40	2
vörös káposzta.....	50	8
kalarábé.....	100	16
cékla.....	8	—
feketegyökér.....	5	5
torma.....	100	25
Vitapric-konzerv.....	400	—
zöldbab.....	10	1—4

100 gramm	Tartalmaz milligrammot	
	nyersen	főten
sárgabab	16	6
zöldborsó	—	8
paradicsom	15	10
dinnye	8	—
uborka	8	—
fejes saláta	8	—
celler	6	—
rettek	10—25	—
vöröshagyma	5	—
párhagyma	50	—
petrezselyem	100	—
narancs	50—100	—
mandarin	25	—
citrom	50—100	—
grape-fruit	50—100	—
földieper	50	—
fekete ribizke	100	—
piros ribizke	16	—
málna	25	—
egres	28	—
alma	2—15	—
körte	1—3	—
birsalma	15	—
fehér cseresznye	5	—
fekete cseresznye	15	—
áfonya	10—15	—
szeder	22	—
szőlő	5	—
kajszibarack	12	—
őszibarack, ananász	8	—
aszalt szilva, banán	8	—
csipkebogyó	500	—
füge	5	—
datolya	3	—
zöld paprika	40	—
érett piros paprika	105—210	—
édesnemes (őrölt) fűszerpaprika	nyomokat	—

Láthatjuk a táblázat adataiból, hogy a C-vitamin legfontosabb forrásai a gyümölcsök, főzelékfélék és más

növényi eredetű élelmiszereink. Érdekes, hogy a kutatók megállapításai szerint nemcsak az egyes fajtáknak más és más a C-vitamintartalma, hanem ugyanaz a gyümölcsfajta is különböző vitamintartalmúnak mutatkozott a termőhelye szerint. Amerikai kutatók pl. az indiai narancsot szegényebbnek találták C-vitaminban, mint a kaliforniai. Ugyanígy a kisázsiai narancs és grape-fruit több C-vitamint tartalmaz, mint az északamerikai rokonaik. Valószínűnek látszik az a feltevés is, hogy a növényekben a C-vitamin képződése az éréssel párhuzamosan haladó folyamat. Minél érettebb a gyümölcs, annál több vitamint tartalmaz egyes kutatók elmélete szerint. Egészen természetes, hogy nemcsak a termőhely fekvése, hanem annak éghajlat- és talajviszonyai is befolyással lehetnek a C-vitamin képződésére. A talajkutatók egész sora foglalkozott ezzel a gyakorlatilag sem érdektelen kérdéssel és megállapították, hogy okszerű trágyázással a vitamintartalom lényegesen megnövelhető. Ebből a szempontból egyáltalán nem lehetett különbséget tenni műtrágya vagy istállótrágya alkalmazása között.

Minket magyarokat különösen érdekelhetnek Becker vegyész-mérnök vizsgálatai, melyek azt mutatják, hogy a legfontosabb, nagy tömegben termelt és fogyasztott hazai gyümölcsünk sokkal több C-vitamint tartalmaznak, mint a másutt termelt hasonló fajta gyümölcsök. Ezentúl tehát nemcsak a magyar földön termelt gyümölcs különleges aromájára lehetünk büszkéek, hanem arra is, hogy szervezetünknek egyik nélkülözhetetlen irányítóanyagából is több van belőle, mint a másutt nőttben. Becker állatkísérletei szerint ugyanis igen sok C-vitamint tartalmaz: hazai ribizke, görögdinnye és sárgadinnye.

Sok C-vitamint tartalmaz: hazai meggy, cseresznye, szőlő és egyes sárgabarackfajták.

Kevés C-vitamint tartalmaz: hazai nyári alma, szilva, őszibarack és külföldi szőlő.

Fontosabb tápanyagok D-vitamintartalma:

100 gramm	Tartalmaz milliomodgrammot
hering	0'14
szardinia	0'14
osztriga	0'16
füstölt hering	0'14
tojássárgája	20
tehéntej	0'2—0'4
vaj	0'4—20'0
csukamájolaj	40—400
csiperkegomba	0'14
vargánya	0'14

A D-vitamin régebben használt úgynevezett klinikai egysége az élettani (patkány)-egység százszorosa. Újabban a nemzetközi egységet vezették be (100 élettani egység = 12'5—17'0 nemzetközi egység), mely kb. egy tízmilliomodgramm ergosterinnek felel meg.

Fontosabb tápanyagok E-vitamintartalma:

Minthogy ennek a vitaminfajtának meghatározására még nincsenek elfogadható vegyi módszerek s az élettani kísérletek igen nehéz és hosszadalmas, a vizsgált anyagok abszolút értelmében vett E-vitamintartalmát nem áll módunkban közölni. Tájékoztatásul azonban a kutatók közölte adatok alapján a különféle anyagok úgynevezett relatív hatóképességét alább adjuk:

Tápanyag neve	Relatív E-vitamin aktivitása
marhaizom	20
marhamáj	10
méhlepény	25—100
agyfüggelék-elülső lebeny	25—100
sértézsír	20
tojássárgája	17
zsombor	50
zöld saláta	40
zöld főzelék	40

Tápanyag neve	Relatív E-vitamin aktivitása
borsó	25
nyers földi dió (amerikai mogyoró) ..	100
szárított búzacsira	400
banán	3
élesztő	0—20

E-vitamin található még az árpában, zabban, rizsben olajos magvakban) (kókuszdió, gyapot, pálma, lenmagban és szójababban), tejben, vajban. A lisztben nincsen E-vitamin. A fenti relatív adatokat úgy kapták, hogy 100-at elosztották a vizsgált anyag ama legkisebb mennyiségével, amely elegendőnek bizonyult a kísérleti állapotoknak a termékletlenségtől megvédésére. Közélebről meghatározott egysége még nincs az E-vitaminnak.

Fontosabb tápanyagok H-vitamintartalma:

100 gramm	Tartalmaz patkányegységeit
marhamáj	1000
marhavese	1000
főtt sertésvese	2000
élesztő	200—250
női tej	25
nyári tehéntej	50—100
téli tehéntej	25
burgonyaliszt	100—250
kazein	160—250
velő	160
banán	100—125
izomzat, pajzsmirigy, lép, búzaliszt, rizs, tengeri	0

Némi H-vitamint kimutattak még a parajban, kelben, a vérsavóban, tojássárgájában. Nem találtak H-vitamint a kutatók a szalonnában, lenolajban, tejsavóban, sem a kereskedelembe kapható májkivonatokban és élesztőkivonatokban. György szerint az embernek testsúly kilo-grammonként 50 patkányegységnyi H-vitaminra van

naponta szüksége. A felnőttnek átlagosan tehát kb. 3500 patkányegységnyi adagot kívánna meg a szervezete.

Könnyebb tájékozódás kedvéért az előző táblázatok adatait egybefoglalva is közreadjuk :

Általánosan használt élelmiszerek vitamintartalma:

	A	B ₁	B ₂	B ₆
Alma	nyom	nyom	nyom	—
Burgonya	nincs	nyom	nyom	—
Búza	—	sok	—	—
Csiperkegomba	nyom	—	—	—
Csukamájolaj	sok	kevés	—	—
Dinnye	—	nyom	—	—
Eper, földi	nyom	nyom	—	—
Élesztő	—	sok	sok	—
Káposzta	nyom	kevés	—	—
Kel	nyom	kevés	kevés	—
Körte	nincs	—	—	—
Lencse	—	sok	—	—
Liszt (fehér)	nyom	nincs	nincs	—
Liszt (barna)	kevés	nyom	nyom	—
Máj	sok	sok	igensok	sok
Méz	—	—	nyom	—
Narancs	—	kevés	—	—
Paradicsom	kevés	kevés	nyom	—
Paraj	sok	kevés	kevés	—
Paprika (zöld)	kevés	kevés	—	—
Paprika (piros)	kevés	kevés	—	—
Paprika (őrölt)	nyom	—	—	—
Ribizke	—	—	—	—
Sajt (zsíros)	kevés	nyom	—	—
Saláta	sok	kevés	—	—
Sárgarépa	sok	nyom	nyom	—
Szőlő	—	nyom	—	—
Tengeri (sárga)	nyom	kevés	nyom	—
Tehéntej, friss	sok	nyom	kevés	nyom
Tehéntej, főlözött	nincs	nyom	kevés	nyom
Tehéntej, kondenzált .	kevés	nyom	kevés	—
Tehéntej, író	nyom	nyom	kevés	—
Tejszín	sok	nyom	nincs	—
Tojás	sok	sok	sok	nincs
Vaj	sok	—	—	—

Általánosan használt élelmiszerek vitamintartalma:

	C	D	E	H
Alma	kevés	nincs	—	—
Burgonya	nyom	—	—	—
Búza	—	—	—	—
Csiperkegomba	nincs	kevés	—	—
Csukamájolaj	—	sok	—	—
Dinnye	sok	—	—	—
Eper, földi	kevés	—	—	—
Élesztő	—	—	kevés	sok
Káposzta	kevés	—	—	—
Kel	kevés	—	—	—
Körte	kevés	—	—	—
Lencse	—	—	—	—
Liszt (fehér)	—	—	—	—
Liszt (barna)	—	—	kevés	—
Máj	—	—	—	igen sok
Méz	—	—	—	—
Narancs	sok	—	—	—
Paradicsom	sok	—	—	—
Paraj	nyom	—	—	—
Paprika (zöld)	kevés	—	—	—
Paprika (piros)	sok	—	—	—
Paprika (őrölt)	nyom	—	—	—
Ribizke	sok	—	—	—
Sajt (zsíros)	—	—	—	—
Saláta	nyom	—	kevés	—
Sárgarépa	nyom	—	—	—
Szóló	nyom	—	—	—
Tengeri (sárga)	—	—	—	—
Tehéntej, friss	—	nyom	—	kevés
Tehéntej, főlözött ..	—	—	—	kevés
Tehéntej, kondenzált ..	—	—	—	kevés
Tehéntej, író	—	—	—	—
Tejszín	—	—	—	—
Tojás	—	kevés	kevés	—
Vaj	—	kevés	—	—

Hogy a fent közölt tápanyagokból összeállított különféle étrendeknek milyen eltérő lehet a vitamintartalma, arra nézve *Stepp* közöl igen érdekes és tanulságos táblázatot, melynek fontosabb értékeit alább adjuk:

Étrend megnevezése	v i t a m i n t a r t a l m a				
	A	B ₁	B ₂	C	D
	ezred	milliomod	ezred	ezred	milliomod
	g r a m m o k b a n				
A müncheni kórház 3. osztályú betegosztja júliusban	7'5—20	160—220	2'7—4'2	44—58	10—20
Ugyanaz decemberben ..	4—23	190—250	3'9—4'7	33—53	10—20
Ugyanaz szeptemberben.	6—33	200—270	3—5	36—58	10—20
Ugyanaz márciusban ...	6—28	240—340	2'3—3'7	30—44	10—20
Nyerskoszt	26—240	600—920	1'7—3'3	450—550	1'2—2'4
Soványtőlkűrák étrendjei	2—29	250—500	5'3—17	69—147	0—20
Hízlatőlkűrák étrendjei ..	29—193	440—3800	5'3—11'3	170—356	83—224
Cukorbeteg-étrend	3—91	50—230	0'1—0'7	10—90	0'8—40
Basedowkóros-étrend ...	21—120	840—1280	3'8—5	132—210	63—86

A szokásos étrendek adatainak az emberi szervezet napi vitaminszükségleteivel összehasonlítása világosan mutatja, hogy a legtöbb étrend bizony nem kielégítő vitaminellátás szempontjából. Hogy kellő gonddal ki lehet ezt a hibát küszöbölni, azt szemmel láthatóan igazolja a müncheni kórház 3. osztályú betegellátásának néhány fentebb közölt adata. Látjuk, hogy a táplálék vitamintartalma szinte teljesen független az évszakok ingadozásától, decemberben éppen úgy megvannak benne a szükséges vitaminok, mint márciusban, vagy máskor. Ebben az irányban kétségtelenül több elméleti kiképzésre lesz szükségük a jövő szakácsainak. A megfelelő táblázatokkal ellátva azonban egy kis fáradtsággal hamarosan hozzájut az ember az étrend kellő összeállításához megkívánt jártassághoz a különféle élelmiszerek vitamintartalmát illetően.

A kutatók szerint egyébként ősi szokások és régi hagyományok azt mutatják, hogy az emberiség ösztönszerűleg igyekezett olyan változatos táplálékról gondoskodni, melyben a vitaminok minden fajtája megvolt. A fekete kenyér például, melyben a korpa alkotórészei majdnem teljesen megtalálhatók, a növekedést elősegítő B₂-vitamint meglehetősen nagy mértékben tartalmazza. Alföldi magyarjaink a csaknem vitaminmentes fehérkenyér és szalonna mellé ösztönösen lekanyarítanak egy darab uborkát vagy paprikát, amivel már biztosítva van a szükséges vitaminok egyrésze. A nyers tej köztudomás szerint igen jó hatással van a fejlődő szervezetre, úgyhogy fogyasztása gyermekeknek különösen ajánlható, de csak akkor, ha olyan helyről származik, ahol a fertőzés (gümőkór, tífusz stb.) veszélye teljesen kizárt. A modern tejgazdaságok fölözőgépei egyébként a tejnek majdnem az összes A-vitaminját eltávolítják, a könnyen oxydálódó C-vitamin pedig néhány nap alatt elbomlik s a vaj készítésének mai módja mellett a leg-

több vaj sokszor bizony szinte tökéletesen vitamin-talanítottaknak tekinthető.

A zöldsézelékek közül főleg a saláta és a széles körben népszerűtlenségnek örvendő paraj említhető, mint fontos forrása az A és C-vitaminnak. Ezek azonban éppen a téli és tavaszi évadban meglehetősen drágák, pedig a kevésbé változatos táplálékon élő szegényebb társadalmi osztályoknak ilyenkor volna nagy szükségük friss vitamin-adagokra. Szerencse, hogy az Ég madarainak gondját viselő Jóisten nem felejtkezett meg róluk. Egész sereg vadnövénynek akkora vitamintartalma van, hogy bőven elláthatjuk magunkat olcsó vitaminforrásokkal. A gyermekláncfű, zsombor, zsázsa, vadsóska, palástfű, cickóró akármelyik mezőn vagy erdőszélen megtalálható gyomok s a legegyszerűbb módon elkészíthetők. Akár a parajhoz hasonlóan mint főzelék, akár pedig ízletes saláta alakjában terítékre kerülhetnek. Az utóbbi időben szélteben elterjedt nyerskoszt-könyvekben sok előírást találhatunk az elkészítésük különféle módjairól. Az ember ugyan szerkezeti adottságai folytán nem növényevő, hanem vegyes étrendre van utalva, de a nyerskosztosoktól nem árt megtanulnunk egy pár fogást.

A kerti sóska vagy a vadsóska például a gyermekláncfű zseme levélkéivel és fejes salátával keverten igen jóízű frissítő saláta, melyet esetleg párhagymával, citromlével, egy kis cukorral vagy mézzel meg olajjal ízesíthetünk. (*Lisa Mar: Frühlings-Salat Nr. 35.*)

Ugyancsak tavaszi saláta készíthető a gyermekláncfű, zseme csalán, körömfű, szironták, zsombor, raponc, vadsóska, cickóró, cikória és más mezei növények hosszúksára vágott levélkéiből, melyeknek túlságosan «vad» ízét esetleg fejes saláta hozzákeverésével vagy tejfellel leöntéssel lehet tompítani. A nyerskosztosok használta aprító- és zúzógépeken is át lehet hajtani ezt a keveréket, hogy pépszerű anyagot kapjunk, melyet a szokásos tejfeles

vagy olajos lével ízesíthetünk. (Lisbeth Ankenbrand: Frühlingsalat.)

Tavasszal a frissen kihajtott zsenge csalánlevélkéik is felhasználhatók salátaként, mert aránylag sok vitamint tartalmaznak. A salátaboglárkának pedig már a neve is utal arra, hogy ősidők óta alkalmazzák a konyhában tavaszi «zöltség» alakjában. Érdekes, hogy kérődző állataink kedvelt takarmánya, a *lucerna* különösen gazdag C-vitaminban, van benne továbbá A és E-vitamin, meg sok mészs és vas is, úgyhogy az utóbbi időben egészen komoly formában felvetődött az a gondolat, hogy ezt az értékes növényt az emberi táplálkozásban is megérdemelt helyéhez juttassák. Állítólag igen jól beilleszthető étrendünkbe akár mint friss saláta, akár mint főzelék, akár pedig mint szárított és őrölt liszt. A közel jövőben tehát a «fübe-harapás» nem lesz olyan végzetes esemény, mint régente volt, sőt tavasszal szinte ajánlani fogják az orvosok!

Meglehetősen sok C-vitamin van azután az aránylag olcsón és könnyen beszerezhető savanyú káposztában. Kísérletileg úgy igazolták ezt, hogy kísérleti állatokat hosszabb időn át C-vitaminmentes étrenden tartottak. Egyik csoportjuknak azonban savanyított káposztát is adtak. Ez a csoport nem is látta kárát a kísérletnek, a többin azonban 60 nap múlva jellegzetes skorbutos tünetek mutatkoztak. A savanyítás (azaz a tejsavas erjedés) folyamat alatt tehát változatlanul megmaradtak a káposzta értékes vitaminanyagai. Természetesen az elkészítés módja is fontos, ha a káposzta vitaminjait teljes egészükben élvezni akarjuk. Vagy nyersen kell salátaként asztalra tennünk, vagy pedig saját levében kell megfőznünk a savanyú káposztát, amelynek skorbuttól védő hatása különben igen régi tapasztalat. Egy 1782-ből származó angol hadparancs meghatározta, hogy az angol tengerészeknek fejenként és hetenként mennyi savanyú káposztát kell elfogyasztaniuk.

A tavaszi saláták elkészítésénél is ügyelnünk kell arra, hogy bizonyos vitaminfajták vízben könnyen oldódnak. Ezért lehetőleg csak annyi vizet használjunk az öblítéshez, amennyi az alapos megtisztításhoz elengedhetetlenül szükséges. Egyébként a nyerskosztal foglalkozó könyvek arra is figyelmeztetnek, hogy a nyersen élvezendő gyümölcsöket és zöldségeket igyekezzünk olyan forrásból beszerezni, ahol nem istállótrágyával vagy emberi ürülékkel, vagy szennyvízzel trágyázzák a földet, nehogy kellemetlen tünetekkel járó fertőzéseknek tegyünk ki magunkat. Ma persze ilyen szempontból teljesen rendezetlen az élelmiszerek piaca, de kétségtelen, hogy a fogyasztóközönség kívánsága szerint föltétlenül át fog alakulni az egyre növekvő nyerskosztos tábor óhaja szerint.

Magyar szempontból említésreméltó még, hogy néprajzi kutatóink szerint őseink házilag készítették egy má már csaknem mindenütt feledésbe ment vitamindús táplálékot. Ennek az előállítási módja az volt, hogy a gabonát (rendesen búzát) addig csiráztatták, míg egyenletes malátát vagy csirapázsitot (jó magyar szóval *«költést»*) kapnak. Ezt a *«költést»* azután mozsárban szétzúrták és kendőn keresztül kisajtolták a levét. Ezzel a lével süttették ki később a lisztet egy sárgásszínű, édesízű, ragadós búzakrémmé, melyet csiramálénak neveztek. Sok más elkészítési módja is volt persze ennek az elcukrosított malátának. A *«szaladás»*-t például úgy készítették, hogy a költést napon vagy kemencében megszáritották, majd megőrölték és az így kapott lisztet melegvízzel és rendes búzaliszttel keverten tésztává gyúrva megsüttették. Feltehető, hogy eredetileg az édességet is pótolták ezek a házikészítmények, míg a gyárilag nagy tömegben olcsón előállított nádcukor, majd pedig a répacukor ki nem szorította őket a használatból. A vegyészek szerint az ilyenfajta készítmények kb. 52% vizet, 22% malátacuk-

rot, 6% könnyen megemészthető fehérjét és kellő óvatos előállítási módszer esetében sok B₁, B₂ és E-vitamint, esetleg még más vitaminfajtákat is tartalmazhatnak, megérdemelnék tehát mind nemzeti, mind népelelmezési szempontból, hogy a közfigyelem annyi évszázad után ismét feléjük forduljon és a magyar asztalokon elfoglalhassák régi helyüket.

C-vitaminban dús a leve a fehérrépának, mely amellest édeskes is, úgyhogy gyermekek szívesen fogyaszthatják a kisajtott nedvét. A gyümölcsök közül sok C-vitamin és némi A-vitamin van az almában, körtében és a bogycs gyümölcsökben. C-vitamintartalom tekintetében a citrom és a narancs, illetőleg a kisajtott nedvük vezet, de még ez a jelentős, cm³-kint fél ezredgrammnyi C-vitaminmennyiség is messze elmarad a magyar paprikának és a belőle megfelelő módon készült paprikapürének vagy konzervnek vitamintartalma mögött! Érett édespaprikából kellő óvatos bánásmód mellett a C-vitamin elbomlása nélkül pépszerű paprikapürét tudnak előállítani erre berendezett gyáraink. A *Vitapric* nevű készítmény például hivatalos vizsgálat szerint 0,40% C-vitamint (ascorbinsavat) tartalmaz, belőle tehát egy kanálnyi ugyanannyi C-vitamint jelent, mint 5 citrom vagy narancs leve. Izéből a csipős paprika kellemetlenül égető alkotórésze, a capsaicin teljesen hiányzik, inkább a paradicsomra emlékeztet s akár kenyérre is kenhető. Festőhatása igen erős, úgyhogy a kész ételek tetszetős színezéséhez jól felhasználható.

A paradicsomban nemcsak a C, hanem az A-vitamin is megtalálható, ezért ajánlatos a felhasználása a nyersen fogyasztott különböző salátákban. A tojás A, B és D-vitamintartalmú, a májban pedig az A, B és C-vitaminok fordulnak bőven elő. A különféle B-vitaminfajtáknak pedig az élesztő a valóságos tárháza. Ebből a szempontból csak sajnálható, hogy újabban mindinkább elter-

jedt a mindenesetre kényelmesebben alkalmazható sütőporok használata a háztartásokban is.

Kügelgen-Berg szerint a következő keverékekből naponta 2—3 evőkanálnyi elég ahhoz, hogy a felnőtt ember összes fajtájú vitaminszükségletét kielégítse :

1. Nyers paraj vagy a kisajtolt nedve, továbbá nyers vagy főtt paradicsom és zöld citrom.

2. Az előzőknél némileg kisebb mértékben, de az összes vitaminfajtákat tartalmazza a fehérrépa, kalarábé, a zöldsőzelékek (káposzta, saláta, gyermeklángfű, főtt paraj stb.), szőlő, zöldbab.

Láthatjuk tehát, hogy szervezetünk vitaminszükségletéről az egész év folyamán minden nagyobb nehézség nélkül gondoskodhatunk. Persze nemcsak az egyes tápanyagok vitamintartalmát kell szemmeltartanunk, hanem az elkészítésnél az érzékenységekre is tekintettel kell lennünk. Különösen vigyáznunk kell a meleggel szemben érzékeny A, B és C-vitaminokra, melyek közül az A és C a levegőn is könnyen oxidálódik. Huzamosabb ideig tartó főzés, forrázás, tárolás, szárítás stb. nagyon árt a tápanyagok C-vitaminjának. A D-vitamin már ellentáll a hevítésnek és a levegő oxigénjével szemben sem annyira érzékeny. A hírneves lipcei vitaminkutatónak, *Scheunert* tanárnak vizsgálatai szerint az úgynevezett «fütyülőfaze-kakban» készült ételekben a C-vitamin kivételével minden más vitamin érintetlenül megmarad. A B-vitaminoknak még a sütés sem árt. A füstölt heringekben az eredeti A-vitamintartalom majdnem teljesen változatlanul megtalálható. A főzelékek elkészítésénél nem kell elfelejtelnünk, hogy a B és C-vitaminok vízben oldódnak, az áztatóvizet tehát lehetőleg ne öntsük el, hanem igyekezzünk felhasználni.

A konzervek készítésénél bizonyos fokig elpusztulnak a vitaminok, ami az előbb említettekből megérthető. Különösen az érzékeny C-vitamin szokott sok gyümölcs-

és főzelékkonzervből hiányozni, ha az előállításnál nem voltak elég óvatosak a tárolás, mosás, leforrázás, áztatás és csíráltatás folyamán. Megjegyzendő azonban, hogy ma már a nagyobb és kellő felszereléssel rendelkező gyárak olyan konzervárut tudnak előállítani, amelyben gyakorlatilag elbontatlanul vannak jelen az eredeti termények összes vitaminjai. Ebből a szempontból mindenesetre előnyben vannak a háziasszonyokkal szemben, akik bizony a legtöbb esetben nem tudják «befőzés»-üket olyan gyengéd módszerekkel, légrítktítás, levegőtől elzárás stb. mellett elvégezni, mint a gyári nagyüzemek. A képzett, jó háziasszonynak azonban — mint e fejezetben láthatuk — sok más módja és alkalma adódik arra, hogy a táplálék vitaminhiányát megfelelően pótolja és kellőleg változatos, ízletes, de egyszersmind vitamindús étrendről gondoskodik.

13. A vitaminok alkalmazása a gyógyászatban.

Az emberi szervezet élettevékenységének irányításában a vitaminoknak nélkülözhetetlen a szerepe. Az egyes vitaminfajták ismertetésénél láttuk, milyen sokféle és mennyire komoly megbetegedés lehet a következménye egy-egy vitaminfajta hosszantartó hiányának. Hogy a szervezet zavartalan működéséhez az egyes vitaminfajtákból mekkora mennyiségre van naponta szükségünk, az természetesen egyénenkint és esetenként változó. Bizonyos átlagértékeket megállapítottak már a kutatók s ezek alapján hozzávetőlegesen ki tudjuk számítani a naponta szükséges vitaminadagok nagyságát. Megjegyzendő azonban, hogy különbséget kell tennünk az úgynevezett védő (profilaktikus) és gyógyító (therápiás) adagok között. A kutatók ugyanis azt tapasztalták, hogy az előbb említett, aránylag igen kicsiny vitaminadagok teljesen elegendők ahhoz, hogy a szervezet zavartalan élettevé-

kenységét biztosítsuk. Az egészséges szervezet tehát megelégszik igen kevés vitaminnal, nem szükséges ennél fogva, hogy több vitamint vegyünk magunkhoz, mint amennyi az életfolyamatok kellő irányításához kell. Más-ként áll azonban a dolog a huzamosabb ideig tartó vitaminhiánytól már megbetegedett szervezetnél. Hogy az ilyen szervezet egyensúlyát visszaszerezhesse, a védő-adagoknál sokkalta nagyobb gyógyító-adagokra van a megfelelő vitaminfajtákból szüksége. Tiszta vitamin-készítmények alkalmazásával ilyen esetekben igen sokszor szinte bámulatos gyógyhatásokat tudtak elérni. Néhány alkalmazási módról a következőkben igyekszünk röviden megemlékezni.

Az *A-vitamin* tárgyalásakor már említettük volt, hogy a xerophthalmia nevű szembetegséget, továbbá a tavaszi hónapokban a gyermekeken fellépő szemvörösséget jól lehet vele gyógyítani. A vitaminhiányból eredő farkas-sötétséget is megtudták az adagolásával szüntetni. A test fejlődésére szintén serkentőleg hat, csecsemőknél a testsúly növekedését idézte elő, nagyobb gyermekeknél pedig a fertőző betegségeknek ellentálló képességét jelentősen növelte. Felnőtteknél a torok- és légcsőhurut gyulladását siettette és a meghűléses betegedésektől védő hatást fejtett ki.

A *B-vitaminok* közül a B_1 -vitamint főleg az ideggyulladás ellen használják, a B_2 -féleséget pedig a B_6 -tal együtt a pellagra, a sprue és a vérszegénység bizonyos esetei ellen. A B-csoport összes vitaminjait tartalmazó kivonatokat (pl. élesztőkészítményeket) főként a bőrgyógyászatban alkalmazzák (pl. furunkulusok, kiütések) akne, urticaria (stb. ellen). Sokszor a cukorbeteg és a vitustánc kezelésénél is jó eredménnyel járt a B-vitaminokkal történő kezelés.

A *C-vitamin* klasszikus alkalmazási tere a skorbutos tünetek kezelése. A tavaszi fáradtságérzéseknél és a foghús vérzékenységénél szokták előírni az orvosok a szedését,

illetőleg az ezt tartalmazó tápanyagok élvezetét. Vérzékenységben szenvedőknél és belső vérzések esetében jó hatást észleltek tiszta C-vitamin befecskendezése után. A szemészetben is alkalmazzák egyes esetekben hályogos tünetek visszafejlesztésére.

A *D-vitamint* a fejlődő szervezet angolkóros zavarai ellen szokták szeltében használni. Ebből a szempontból persze ügyelnünk kell arra, hogy csukamájolaj és csukamájolaj között hatásfok dolgában igen nagy különbségek lehetnek. Sokszor az íztelenített és szagtalanított készítmények D-vitamintartalomban lényegesen alatta maradnak a többieknek. A fogzás megkönnyítésére, csonttörések gyógyulásának elősegítésére igen jól alkalmazható. A szervezet általános fejlődésének serkentésére csecsemőotthonokban és óvodákban szokták rendszeresen alkalmazni.

Az *E-vitamin* fontosabb alkalmazási tereiről már szóltunk. A vetélések elkerülésére, az anyatej képződésének fokozására, bizonyos esetekben a terméketlenség megszüntetésére használják a nőgyógyászatban. Férfiaknál gyógyítja a nem-idegrendszeri zavarokból eredő gyengeséget.

A *H-vitamint* erős hajhullásnál és különféle bőrbetegségeknek használják a bőrgyógyászok (psoriasis, allergikus ekcémák, pruritus, akne, furunkulózis stb.).

A vitaminok gyógyászati alkalmazásánál óriási előnyt jelent az a körülmény, hogy a legtöbb vitaminféleség ma már kellően tiszta és rendkívül hatásos alakban áll az orvosok rendelkezésére. Egyszerűbb esetekben rendszert az étrend megfelelő módosítása is eredményre vezethet, valódi vitaminhiánynál azonban gyors és fokozott segítségre van szükség, ezt pedig csak erős hatású készítmények nyújthatnak. Számolnunk kell továbbá a vitaminok egymással kapcsolatával is. Egyes esetekben az egyik vitamin helyettesítheti a másikat és bizonyos fokig

elvégzi a hiányzó féleség irányító munkáját. Máskor viszont nem elég pusztán a hiányzó vitaminfajta adagolása, hanem egyúttal egy másikat is egyidejűleg alkalmaznunk kell. A vitaminok együttműködésében tehát még sok a kiderítetlen összefüggés. A kutatók további munkája révén valószínűleg még igen sok újabb alkalmazási tere lesz a vitaminoknak az embergyógyításban.

14. A vitaminok felhasználása az állattenyésztésnél.

A természet az állatokba oltott ösztön és a rendelkezésükre álló táplálék sokfélesége révén gondoskodott róla, hogy a vadon élő állatvilág vitaminok tekintetében se szenvedjen hiányt. Elég az erdők és mezők bámulatosan gazdag növényrengetegére gondolnunk s máris megértjük, hogy köztük bőven vannak a különféle vitaminokat tartalmazó fajták. A ragadozó állatoknál a zsákmányul ejtett kisebb állatok teste készen szolgáltatja a serkentő és irányítóanyagok egész tárházát. A természetes viszonyok közül kiragadott háziállatoknál persze más a helyzet. Ezeknél mindenről gazdájuknak kell gondoskodnia. A takarmányok összeállításánál tehát nemcsak a tápértékükre, hanem a vitamintartalmukra is tekintettel kell lennünk és lehetőleg változatos összetételű takarmánnyal kell az állatokat ellátnunk. Egyoldalú takarmányozás ugyanis könnyen különféle vitaminhiányokhoz és kóros tünetekhez vezet. Az állattenyésztők szempontjából pedig nemcsak a komolyabb betegségek, hanem már a testsúly gyarapodásának vagy a növekedésnek elmaradása is anyagilag súlyos kárt jelent. Minthogy továbbá az egyes vitaminok a fertőzéseknek ellentállóképességet is növelik, vitaminokkal kellőképpen el nem látott állatok közt hirtelen törhetnek ki járványok, melyeknek tömege-

sen eshetnek áldozatul a szervezetükben meggyöngült állatok.

Az A-vitamin hiányát egyes kutatók baromfiakon észlelték, ha nem adtak nekik kellő mennyiségű zöldtakarmányt. Ilyenkor az állatok elgyengültek, lesóványodtak, orrukból, szemükből nyálka vált ki, néha a szemüket sem tudták emiatt kinyitni. Zöldtakarmány vagy csukamájolaj adagolásával gyorsan meg lehetett szüntetni ezeket a tüneteket. Sertéseken és teheneken kötőhártyagyulladás, esetleg vakságot, továbbá vese- és hólyagköveket okozhat a hosszabb ideig tartó A-vitaminhiány.

Sok A-vitamin van: a zöldtakarmányfélékben nyersen vagy besavanyítva, a szénafélékben, a friss vagy besavanyított répalevélben, a sárgarépában, a nyers tejben és a csukamájolajban.

Kevés A-vitamin van: a sárga tengeriben, a len, kender és gyapot magvaiban, a zöldbabban és a sovány tejben.

Nincs A-vitamin: a szalmában, a burgonyában, a répában, a zabban, az árpában, a búzában, a rozsban, a rizsben, a fehér tengeriben, a borsóban, a babban, a szójababban, a takarmánylisztben, a melászban és a földi dió-, pálma-, szezám- és kókuszmagok pogácsájában.

A B-vitamin hiányakor főleg a baromfiakon mutatkozik a már említett betegség, a polyneuritis gallinarum. Hántolt rizs és soká főtt hús etetésekor kutyákon és macskákon is észleltek lesóványodást, izomgörcsöket, bénulásokat és érzéketlenséget. Disznókon és lovakon, továbbá kérődzőkön még nem észleltek B-vitaminhiányt. Valószínűleg az az oka ennek, hogy ezek az állatok a szervezetükben elő tudnak állítani B-vitamint. A háziállatok B-vitaminhiányos tüneteinek úgy segíthetünk, hogy élesztőt vagy nem hántolt szemes eleséget, esetleg friss húst keverünk az eleségükhöz.

Sok B-vitamin van: az élesztőben és a korpafélékben.

Kevés B-vitamin van: a fehér lisztben, a zöldtakar-

mányokban és szénafélékben, a szárított cukorrépalevélben, és a besavanyított takarmányokban.

Nincsen B-vitamin: a hántolt rizsben, a szalmában, a szárított és friss répaszeletben, a törkölyben és a hallisztben.

A *C-vitamin* hiánya háziállatokon igen ritkán észlelhető. Kutyákon vettek észre skorbutos tüneteket, ha hosszabb ideig rothadt húst, főtt gabonaféléket és főtt tejet kaptak táplálékkul. Felforralt sovány tejjel etetett sertéseken is mutatkoztak ilyen tünetek (legtöbbször duzzadt foghús, gyulladás, vérzékenység, vizenyő és csontváltozások).

Sok C-vitamin van: a zöld takarmányokban, a tót-répában, a tarlórépában, a burgonyában és a sárgarépában.

Kevés a C-vitamin: a cukorrépában, a besavanyított takarmányokban és a nyári tejben.

Nincsen C-vitamin: a szénában, a szalmában, a szemes takarmányokban, a hüvelyesekben, a szárított cukorrépalevélben, a kilúgozott és mesterségesen kiszárított termékekben, a téli tejben és a hallisztben.

A *D-vitamin* hiánya a háziállatokon leggyakrabban angolkór és csonttörékenység alakjában szokott jelentkezni. Az állatok csontjainak fejlődése gyorsabb lévén az emberénél, a rajtuk mutatkozó angolkóros tünetek inkább a 10—12 éves gyermekeken észlelt úgynevezett késői angolkórnak felelnek meg. Szegény emberek állatain ritkán fordul elő angolkór. Intenzív gazdálkodás esetében azonban az állandóan istállóban tartott és a természetes táplálkozástól lényegesen eltérően etetett állatoknál többször jelentkezik. Leggyakrabban malacok szoktak D-vitaminhiányban megbetegedni, de sokszor előfordulnak a tünetek kutyákon, bárányokon, kecskéken, teheneken, borjakon, lovakon, csikókon, házinyulakon és házimadarakon is. A D-vitamin hiányát legjobban megérzi a növekedésben lévő, tehát egy-két hónapos kis állat.

Felnőtt állatoknak aránylag kisebb a D-vitaminszükséglete, kivéve a terhesség és tejelválasztás időszakát. Húsevő állatokon inkább a mész hiánya, növényevőkön pedig a foszfor hiánya folytán szokott angolkór mutatkozni. Ha a takarmányban a mész és foszforsav aránya nem túlságosan kedvezőtlen, akkor kellő mennyiségű D-vitamin még javítani tud az eloszláson és szabályozhatja a sóknak a csontokba lerakódását. A D-vitaminhiány tüneteinek elkerülésére tehát : gondoskodnunk kell arról, hogy a takarmányban nemcsak a mész és foszfor legyen meg a kellő mennyiségben és arányban, hanem a D-vitamin is megfelelő adagban jelen legyen. Ki kell küldeni ezenfelül az állatokat a legelőre, mert a napfény a szervezet D-vitaminképző erejét igen elősegíti. Megbetegedés esetében megfelelő orvosi előírás szerint adagolt D-vitamin-készítményeket szoktak használni.

Sok a D-vitamin: a jóminőségű csukamájolajban, egyes szénákban (ezekből néha teljesen hiányozhat, mert nem eredeti alkotórésze a növényeknek, hanem a bennők lévő ergosterinből képződik a szárítás folyamán a napsugár vagy más ibolyántúli fényforrás hatására).

Kevés a D-vitamin: a zsíros hallisztben.

Nincsen D-vitamin: egyéb táplálékokban.

Az *E-vitamin* hiányát már egyes háziállatokon is észlelték. Egyes kutatók szerint E-vitamintartalmú anyagoknak (pl. búzacsíranak) a táplálékhoz keverése a növekedésre, illetőleg a testsúly gyarapodására jó hatással volt. Az ilyen állatok gyorsabban érték el az ivarérettséget, tehát a hasznosíthatóság korát.

A *H-vitamin* az újabb kutatások szerint olyan esetekben volt jó hatással, ahol nem élősdiektől eredő bőrbajok mutatkoztak kutyákon és macskákon. Szőr hullást, viselkedésgépet és kiütéseket állítólag gyorsan meg lehetett vele gyógyítani.

Fontosabb takarmányok vitamintartalma:

	A	B ₁	B ₂	C	D	E
árpa	o	++	+	o	o	+
burgonya (nyers) ...	o	+	+	++	o	—
burgonya (pehely) ..	o	o	o	o	o	—
búza, rozs	o	++	+	o	o	o
búzacsira	o	++	o	o	o	++
földi dió (amerikai mo- gyoró) és gyapot- mag pogácsa	o	+	+	o	o	+
fű (legelő)	++	++	++	++	+	—
fű (réti)	++	++	++	++	+	—
halliszt	+	o	o	o	++	—
keményítő	o	o	o	o	o	—
korpa	o	++	++	o	o	—
liszt (fehér)	o	o	o	o	o	o
liszt (takarmány) ...	o	++	+	o	o	—
lóhere, lucerna	++	++	++	++	+	+
malátacsira	+	+	+	+	o	+
napraforgópogácsa ..	o	+	+	o	o	—
répa (tót)	+	+	+	++	o	—
répa (kerek)	+	+	+	++	o	—
répa (takarmány) ..	+	+	+	++	o	—
rizs (hántolatlan) ...	o	++	+	o	o	+
rizs (hántolt)	o	o	o	o	o	o
savanyított takarm..	++	+	+	++	o	—
szalma	o	o	o	o	o	—
széna	++	+	+	o	o	—
tengeri (sárga)	++	++	+	o	o	—
zab	o	+	—	o	o	+
zöld hüvelyes	++	++	++	++	o	+

(Jelmagyarázat: ++ = sok, + = kevés, o = nincs,
— = nincs adat róla.)

IV. Hormónok.

1. A hormónkutatás történelmi fejlődése.

Az ember és a magasabbrendű emlősök különféle szervei között az összeköttetés módja kétféle. Vagy az idegrendszer közvetítésével szerezhetnek tudomást a szervek egymás működéséről és állapotáról, vagy pedig vegyi anyagok segítségével létesítik egymás között azt a szoros köteléket, mely nélkülözhetetlen az életműködés fenntartásához. Ez a két közvetítőszerv azonban egymással is szoros kapcsolatban áll. Az idegrendszer hatást gyakorol a vegyi anyagokat termelő és a szervezetbe bocsátó sejtekre, az ezek által előállított legtöbb váladék viszont az idegrendszer működését befolyásolja.

Ósrégi az a feltevés, hogy a szervek vegyi úton tudják egymást befolyásolni. Csiráit már az asszír, babiloni, egyiptomi, görög, latin, germán s más népek vallási és orvosi emlékeiben megtalálhatjuk. Az orvosi tudományok «atyja», az ógörög *Hippokrates* a szervek segítségével történő gyógymódot a maga kezdetlegességében is igyekezett rendszerbe foglalni. Tanítványai továbbfejlesztették mesterük tanát és bizonyos betegségek esetében meghatározott szervek vagy váladékok használatát javasolták. Epilepszia ellen például a combcsont vörös velejét vagy kis gyermekek agyvelejét, főfájás ellen vércse vagy bagoly agyvelejét, májtájéki fájdalmak megszüntetésére menyét vagy szamár máját adták betegeiknek. A lép bántalmait élő kutyából kitépott nyers léppel, néha frissen főtt vagy sült marhaléppel, a vese betegségeit nyúlvesével, a hólyagköveket vadkan és vad-disznó hólyagjával és vizeletével igyekeztek gyógyítani.

A hippokrateszi iskolát *Paracelsus* döntötte meg a XVI. század elején. Hasonlót hasonlóval : volt az ő tudományos alapelve s ezzel vetette meg alapját a szervekkel gyógyítás (*organotherápia*) új korszakának. Az élettan későbbi rohamos fejlődésével a szervek tana is gyorsabban bontakozik ki. *Harvey* 1619-ben fedezte föl a vérkeringést és pár évvel később *de la Boe Sylvius* már azt kutatgatja, hogy milyen változásokon megy át a vér a májon, lépén és mellékveséken átáramlása közben. Utána *Swedenborg* veszi észre először, hogy a máj és a hasnyálmirigy sokkal nagyobb munkát végez, mint amennyi kivezetőcsövük méretének és az ezen át kiömlő váladék mennyiségének megfelelően. Ő még nem tudja megmagyarázni ezt, de 1775-ben *Theophile de Bordeau* már részletesen kifejti, hogy «minden szerv előkészítőhelye bizonyos anyagoknak, melyek a nyirokutakon át kerülnek a véráramba s ilyenmódon máshová is eljutnak, a szervezetre hasznosak és annak épségéhez szükségesek».

A szervekkel gyógyítás nagy elterjedtségét mutatja, hogy a XVI—XVIII. században a gyógyszertárak a különböző szervekből és váladékokból készült csodaszereknek egész sorát tartották raktáron. Az innsbrucki gyógyszertárban például 1765-ben vagy 152-féle készítmény vált a feljegyzések szerint a betegek rendelkezésére. A belső elválasztás tanának úttörője *Johannes Müller* német kutató, aki 1830-ban megállapította a lép, pajzsmirigy, mellékvese stb. váladékkészítő sejtjeinek szerkezetét és kijelentette, hogy ezek a «kivezetőcső nélküli mirigyek» döntő befolyást gyakorolnak a rajtuk átfolyó és a szervezet keringésébe visszajutó testnedvekre. Mégis csaknem 20 év telt el, míg ezt a feltevést kísérletileg is igazolhatták. Ősidők óta köztudomású, hogy a kasztrált állatoknak (kappan, ökör stb.) külső megjelenése és viselkedése lényegesen elütő a rendes hímekétől. Az állattenyésztők évezredek óta hasznosították gyakorlatilag

ezeket a megfigyeléseket, de a jelenség okát kutatni csak 1849-ben jutott az eszébe A. *Berthold* göttingai tanárnak. Az az ötlete támadt (ami a természettudományok akkori állása mellett igazán geniális), hogy fiatal kakasoknak nemi mirigyeit eredeti helyükről eltávolítja és testük más részébe ülteti át. Kísérletei azzal az eredménnyel jártak, hogy a kasztrált kakasok hangja, szaporodási ösztöne, verekedő kedve és tarajuk alakja semmiben sem különbözött az ép kakasokétól. Még akkor is hatásosaknak bizonyultak a mirigyek, ha a hátuk közepére ültette át őket. *Berthold* tehát egész helyesen jutott arra a következtetésre, hogy nem pusztán a mirigyek jelenléte, hanem valami általuk termelt anyag hat a szervezetre. Kísérleti módszerét még ma is gyakran használják a kutatók élettani vizsgálatoknál. Kortársai azonban nem nagyon vették tudomásul ezeket a döntő fontosságú eredményeket. Claude *Bernard* francia kutató csak hat évvel később kezdi *Berthold*tól teljesen függetlenül tanítani, hogy «a szervezet minden szövete, sőt általában minden sejtje termel olyan anyagokat, melyek a vérbe jutnak és a vér közvetítése révén a többi sejteket befolyásolhatják. A szervezet összes sejtjei tehát egy olyan közösségben kapcsolódnak össze, melynek rendszere az idegrendszerrel párhuzamosan áll fenn.»

A következő lépés Charles *Brown-Séquard*nak, a párizsi Sorbonne tanárának érdeme, aki 1869-ben a párisi orvosegyesület egyik ülésén azt adta elő, hogy minden mirigy — akár van kivezetőcsöve, akár nincs — olyan anyagokat bocsát be a vérkeringésbe, melyeknek hiánya betegségeket okoz. Húsz évvel később, az akkor már 72 éves tudós az élettani társulat ülésén azt a világszerte nagy érdeklődést kiváltó bejelentést tette, hogy önmagának már hosszabb időn át rendszeresen fecskendezett be vizes herekivonatokat (liquide testiculaire). Testi ereje, rugékonysága ennek nyomán jelentősen fokozódott, bőrének petty-

hüdtsége csökkent, szellemileg élénkebb lett, étvágya, emésztése s általában egész közérzete javult. Képzeltető, hogy mennyi humoros és komolytalan megjegyzésre adott alkalmat annakidején ez az előadás főleg a nagyközönség körében, pedig tulajdonképpen ez jelentette a belső elválasztás elméletének komoly kezdetét.

A kutatók eleinte elvetették a *Bordeau* által hirdetett általános érvényességű vegyi kapcsolat feltevését és azt vélték, hogy csak bizonyos csekély számú mirigy tartja fenn a vegyi kapcsolatot. Régebben haszontalan csökevényes szerveknek tekintették a kivezetőcső nélküli mirigyeket (pajzsmirigy, csecsemőmirigy, mellékvese stb.). Hamarosan kiderült azonban, hogy ezek működése igen fontos és eltávolításuk legtöbbször halálos zavarokat okoz a szervezetben. Elnevezték tehát őket belső elválasztást végző (endokrin görögül = befelé elválasztó) vagy inkreciós mirigyeknek, minthogy termékeiket kivezetőcső nélkül vezetik be a vérkeringésbe. A kivezetőcsöves mirigyek ezzel szemben a külső elválasztást végző (exokrin vagy exkreciós) mirigyek. A szervek közti vegyi kapcsolatot először azonosították a belső elválasztással, mert azt hitték, hogy csakis ezek a mirigyek végzik a vegyi kapcsolattal összefüggő tevékenységet. Később aztán egyre több és több szervről beigazolódott, hogy váladéka révén vegyi úton hat tőle távoleső szervekre, tehát *Bordeau*-nak igaza volt, amikor a belső elválasztásban a vegyi kapcsolatnak csupán egy különleges részét látta. A hormon elnevezés *Bayliss* és *Starling* angol kutatóktól származik, akik 1902-ben ajánlották a belső elválasztású mirigyek váladékainak hatóanyagaira ezt a nevet a görög hormáo = indító, ösztönök, serkentek ige alapján.

Serkentőanyagok vagy hormonok tehát azok a hatóanyagok, amelyeket a kivezetőcső nélküli mirigyek azért termelnek a szervezetben, hogy a sejtek és szervek közt az életfenntartáshoz szükséges vegyi kapcsolatot fenntarthassák.

A vitaminokhoz annyiban hasonlók, hogy jelenlétük nélkülözhetetlen és nem a kalórikus értékük a fontos, hanem vegyi hatásuk. Lényeges különbség azonban, hogy a hormonokat a vitaminokkal ellentétben testünk maga állítja elő a saját használatára.

A szó szoros értelmében csupán a belső elválasztású mirigyek hatóanyagait nevezhetnők hormonoknak. Végérvényesen nincs azonban még tisztázva az elnevezés kérdése, úgyhogy gyakran használják a hormon szót a belső elválasztású mirigyek hatóanyagaitól eltérő vegyi anyagok megjelölésére, melyek szervezetünk egyéb vegyi kapcsolatait közvetítik. A kutatók legnagyobb része ma másként (pl. parahormónok, harmosonok stb.) igyekszik nevezni ezt a többi vegyi küldönc-anyagot, hogy a hormon szó megmaradjon az endokrin mirigyek serkentő-anyagai számára.

A belső elválasztású mirigyek rendszerének egyes tagjai olyan benső kapcsolatban állnak egymással a dolog természeténél fogva, hogy elvileg szinte lehetetlen volna valami beosztásba sorolni őket. Minthogy azonban a legtöbb mirigy bizonyos irányban különösen hatásos hormont választ ki, a főbb működési csoportok szerint a hormonok a következők:

1. A hosszirányú növekedést szabályozó hormonok (az agyfüggelék elülső lebenyének és a csecsemőmirigynek hatóanyagai).

2. Az anyagforgalmat befolyásoló hormonok (az agyfüggelék középső és hátsó lebenyének, a pajzsmirigynek, a mellékpajzsmirigyeknek, a hasnyálmirigynek és a mellékvesék kéregállományának termékei).

3. Az akaratunktól független, úgynevezett autonóm idegrendszerre ható hormon (a mellékvesék velőállományának készítménye, az adrenalin).

4. A nemi működésben szerepet játszó hormonok (a nemi mirigyek és a tobozmirigy termelte hatóanyagok).

A fenti csoportokba tartozó hormonokat termelő mirigyek rövid élettani leírását az egyes hormonokkal kapcsolatban fogjuk közreadni.

2. A hosszirányú növekedést szabályozó hormonok.

E csoport egyik irányítóanyagát az agyfüggeléknek úgynevezett elülső lebenye termeli. Az *agyfüggelék* (hypophysis cerebri, glandula pituitaria) a koponyaüregben az agyvelő középrésze alatt, a látóidegek kereszteződésének elülső szögleténél helyezkedik el. Ez a körülbelül félgramm súlyú kicsiny szerv három részre tagozódik, melyeket elülső, középső és hátulsó lebenynek neveznek. Az első két rész szövettanilag a mirigyek szerkezetéhez hasonlít, a hátulsó lebeny azonban inkább az idegrendszer támasztókészülékének, a neurogliának szerkezetéhez áll közel. Az elülső lebeny élettani tevékenységét igen nehéz tisztázni. Az agy megsértése nélkül alig lehet ezt a részt eltávolítani a kísérleti állatokból. Olyan megbízható kísérletekben, amelyeknél az agyfüggelék többi része épen maradt meg, lesóványodás, elgyengülés, vérnyomássüllyedés, lassúbb szív működés és izomgörcs mutatkozott a fiatal állatokon, mely tünetek pusztuláshoz vezettek. A fejlődés is megakadt, a hosszirányú növekedés megszűnt, az anyagforgalom és gázcsere csökkent. A hormonhiány tüneteit kivonat-anyagok etetésével vagy több lebeny átültetése révén csak ritkán sikerült mesterségesen megszüntetni. A kivonatok legtöbbször semmi jellemző tünetváltozást sem idéztek elő, az átültetett lebenyek pedig 8—14 nap múlva rendszerint elpusztultak. Egyes kutatók szerint az elülső lebenyből készült vizes oldatok hatására fokozódik az a munka, melyet főleg fehérjék és szénhidrátok emésztése alkalmával kell a megfelelő szerveknek elvégezniök. Minthogy azonban erre a folyamatra a pajzsmirigy is jelentős befolyással

van, a két mirigy szoros együttműködése miatt nem sikerült még eddig eldönteni, hogy az anyagforgalom fokozódásáért milyen mértékben lehet az egyik vagy másik mirigyet felelőssé tenni.

A másik hormon, mely elsősorban a növekedésre van hatással, a *csecsemőmirigyben* (thymus) keletkezik. Ez a mirigy a mellkas felső részén a középvonalban a szegycsont mögött foglal helyet. Nevét onnan kapta, hogy az élet első szakában tömege jelentősen megnő, viszont a nemi érés kezdetekor sorvadásnak indul. Átlagos súlya az újszülöttnél 12, a tizenötéves gyermeknél 25 gramm, ettől fogva azután rohamosan csökken, úgyhogy a 45 éves emberben már csak kb. 2·5 gramm a súlya s az is legnagyobb részt zsíros állományúvá és kötőszövetté fajult el. Abból az aránylag csekélyszámú kísérletből, melynél valóban az egész mirigyet sikerült fiatal állatokból eltávolítani s őket hosszabb ideig megfigyelni, azt következtethetjük, hogy a csecsemőmirigy hormonjának főként a csontrendszer fejlődésére van befolyása. Ezeknek az állatoknak csontjai mészszegények voltak, szilárdságuk tehát jóval kisebb volt a rendesnél. Sok tekintetben hasonlóak voltak a tünetek a D-vitamin hiányakor mutatózó angolkóros tünetekhez s ezért sok kutató összefüggést keresett az angolkór és a csecsemőmirigy között.

A csecsemőmirigy hormonjának hatását *Gudernatsch* békálarvákön (ebihalakon) próbálta ki. Néhányat közönséges vízben, másokat pedig ilyen hormont tartalmazó vízben tartott és meghatározta a két csoport fejlődése és növekedése között mutatózó különbségeket. Kiderült, hogy a csecsemőmirigy váladéka a növekedést hatalmasan elősegíti, óriási ebihalak keletkeztek, de fejlődésük elmaradt, úgyhogy jóval később változtak csak át békává, mint a közönséges vízben nőtt kisebb testvéreik. Szinte azt mondhatnók, hogy a csecsemőmirigy

hormónjának túladagolása folytán óriási csecsemőkké váltak.

Az állatkísérletek tanúsága szerint a zsiranyagforgalomra és a szellemi tevékenységre is hatással van a csecsemőmirigy hormonja, sőt bizonyos fokig a nemi mirigyek működését is befolyásolja. Ha például a nemi érettség korábban jelentkezik, akkor a csecsemőmirigy is hamarabb elcsenevészedik, ha viszont a pubertás késik, a csecsemőmirigy visszafejlődése is eltolódik. Ez utóbbi összefüggés lényegére vonatkozólag még kevés adatunk van. A csecsemőmirigynek az anyagforgalomra és a szellemi tevékenységre gyakorolt hatása részben megegyezik a nemi mirigyek hormonjainak a hatásával. Lehetséges tehát, hogy az utóbbiak megjelenése a nemi érettség korában feleslegessé teszi a csecsemőmirigy további működését. A csecsemőmirigy azonban a felnőttben is megtalálható elsatnyult alakban, működésben van tehát az egész élet folyamán, nem lehetetlen ennél fogva, hogy a felnőtt korban már más hormont termel, mint a gyermekkorban.

A hosszirányban növekedést irányító kétféle hormont úgy is meg szokták különböztetni egymástól, hogy az egyikük, az agyfüggelék elülső lebenyének hormonja aktív szerepet játszik a szervezetben és a növekedés szabályozásán kívül a kellő időben megindítja a nemi mirigyek hormontermelő tevékenységét is. Ezzel szemben a másik, a csecsemőmirigy váladéka passzívabb természetű, ez ugyanis a nemi mirigyek hormonjainak hatására mindinkább háttérbe szorul s lassan eltűnik a vérkeringésből.

Bizonyos fokig ebbe a csoportba sorozhatnók még a tobozmirigynek hormonját is, melynek működéséről igen szórványos adataink vannak csak. Termelője a *tobozmirigy* (epiphysis, glandula pinealis) kb. 0.20 gramm súlyú, az agyvelővel szoros összeköttetésben lévő s az

agyfüggelékhez közel elhelyezett hormon-előállító szerv. *Descartes* materiális felfogása szerint benne kötődött a lélek a testhez. A csecsemőmirigyhez hasonlóan az első életévekben nő, majd visszafejlődik s a mirigysejtek egy részének kivételével teljesen elsatnyul mézslerakódás folytán.

A kutatók legnagyobb része a három előbb említett hormon működésének menetét úgy képzei el, hogy a fejlődés éveiben a csecsemőmirigy hormonja erőteljesen elősegíti a szervezet növekedését, a tobozmirigy hormonja pedig részben ugyancsak a fejlődést irányítja, részben pedig a nemi mirigyek hormonjainak képződését gátolja. Mikor azután elérkezik a nemi érettség ideje, az agyfüggelék lebenyének hormonja kikapcsolja a tobozmirigy-hormon gátlását, erre megindul a hormónképződés a nemi mirigyekben is. Ez utóbbi hormonok szüntetik meg később a csecsemőmirigy tevékenységét. Azt a hatalmas erő kifejtést, amelyet a szervezet mindaddig a kifejlődésre és növekedésre fordított, ettől fogva már a létfenntartás és szaporodás folyamatára használja fel a test. A csecsemőmirigyre és tobozmirigyre ezután nincs szükség, kötelességüket elvégezték, lassan tehát visszafejleszti őket a szervezet.

3. Az anyagforgalmat befolyásoló hormonok.

Az agyfüggelék középső lebenyének hormonja főként a szervezet anyagforgalmára, az úgynevezett síma izomrostokra és a külső elválasztású mirigyekre fejt ki hatást. Bizonyos fokig a májnak zsírelraktározó képességét is növeli. A szervezet vízforgalmában ugyancsak szerepet játszik, nem megfelelő működése esetében például a vesék nagymennyiségű vizet választanak ki. Ezt a betegséget a valódi cukorbetegséggel ellentétben *vizes cukorbetegség* (diabetes insipidus) nevezik, a beteg ugyanis naponta 8–10

liter vizet is ki szokott üríteni. Minthogy azonban a középső lebeny igen közel van a harmadik agykamra fenekéhez, nincs kellőleg tisztázva, hogy a vízforgalom szabályozása tulajdonképpen a lebenyben vagy az agykamrában történik-e. A középső lebenyből készült kivonatok vérnyomásemelkedést, fokozott vékonybélmozgást, hólyagürítést és méhösszehúzódot okoznak, mely utóbbi hatást a szülészetben igen jól fel tudják használni. Gátolják továbbá a nyál- és gyomormirigyek, valamint a hasnyálmirigy külső elválasztást végző részének nedvtermelését, viszont fokozzák a szoptatók tejelválasztását.

A *pajzsmirigy* hormonja általában serkentőleg hat az anyagforgalom minden megnyilvánulására. A pajzsmirigyben (glandula thyreoidea), ebben a 30—60 gramm súlyú szervben képződik, mely a pajzsporcogó (Ádám-csutka) alatt kétoldalt borul rá a légcsőre. Az egész mirigy dúsán be van hálózva erekkel és idegekkel. Hormónja valamennyi sejtben fokozza az égésfolyamatok intenzitását, tehát az oxigénfogyasztást és szénsavtermelést, az anyagok felépítését és lebontását. Fokozott hormontermelés mellett az úgynevezett alapanyagforgalom (egy felöltözött embernek 18 C°-os szobában teljes nyugalom és éhezés mellett a nélkülözhetetlen életműködései ellátására a szervezet-fenntartotta anyagforgalmát nevezzük így) emelkedik, aminek változatlan táplálék-mennyiség felvétele esetében lesóványodás a következménye. Csökkent hormontermelésnek ellentétes a hatása, az alapanyagforgalom kisebb lesz, tehát elhízás áll elő. A táplálék által kifejtett úgynevezett különleges dinamikus hatások is leromlik túlsók hormon termelésekor, aminek természetes folyamánya a munkakifejtőképesség csökkenése.

Sok kutató foglalkozott a pajzsmirigy hormonjának a szénhidrátanyagforgalomra gyakorolt hatásával is. Megállapították, hogy a máj szénhidráttraktározóképes-

ségét csökkenti, a már tárolt szénhidrátokat elcukrosítva mozgósítja és a vérbe hajtja. Megnő tehát a vér cukortartalma és a vizeletben is megjelenik a cukor. Valószínűleg közvetett hatás idézi elő a pajzsmirigy-hormón okozta cukorbetegséget a mellékvesék és az agyfüggelék fokozott működtetése révén s a hasnyálmirigy nedvelválasztásának gátlása folytán.

A fehérje és zsír anyagforgalmára sem közömbös e hormon. Pajzsmirigyeltávolítás esetében ugyanis a bőr megvastagszik, száraz, kérges, pikkelyszerű képződmények mutatkoznak, a bőralatti kötőszövetben nyálkaszerű anyag rakódik le. A bőr ezáltal elveszti rugalmasságát, téstás tapintatúvá válik, a szőrőzet megritkul, könnyen kihull, a körmök és szaruképletek pedig rosszul fejlődnek ki.

Érdekes megfigyelése a kutatóknak, hogy a téli álmot alvó állatoknál az álom tartama alatt csaknem teljesen megszűnik a pajzsmirigy hormontermelése. Egyelőre csak annyit sikerült tisztázni, hogy a téli álmot alvó állatok akkor is nyugovóra tértek, ha meleg szobában tartották őket, ahol élelemmel is bőven el voltak látva. A pajzsmirigy csökkent hormontermelő tevékenysége az anyagforgalmat erősen korlátozza s valószínűleg ez váltja ki a téli álom kezdetét. Ilyen hormonok adagolásával több kutatónak sikerült a kísérleti állatokat téli álmukból felébreszteni vagy egész télen át ébren tartani. Nem tudjuk azonban, hogy mi indítja a pajzsmirigyet arra, hogy a kellő időben (ősszel) csökkentse a hormontermelést és tavasszal ismét megkezdje azt. Az utóbbi időben a vitaminokkal hozták ezt a folyamatot összefüggésbe. Egyes kutatóknak az a feltevése, hogy ősszel a természetes táplálékokban erősen csökken a vitamintartalom s magának a tápláléknak megszerzése is nehezebbé válik. Erdőről-mezőkről eltűnnek a zöldlevelű növények, gyümölcsök, gombák, úgyhogy az állatok kevesebb vitaminhoz jutnak. Ilyen módon

azután a pajzsmirigy sem dolgozik olyan erősen, mint máskor. Tavasszal azután megint új életre ébred a természet s a fokozott vitamintartalmú táplálék serkenti nagyobb tevékenységre a hormontermelő mirigyet.

Minthogya a sejtek anyagforgalma szoros kapcsolatban áll a test hőmérsékletével, természetesen az anyagforgalom emelkedése növeli a test hőfokát, csökkenése pedig hőfokesést idéz elő. Az embernél és a magasabbrendű emlősöknél azonban ilyen hatás csak átmenetileg észlelhető, mert a hőszabályozó berendezés nemcsak a pajzsmirigy tevékenységére van alapozva, hanem sokkal sokoldalúbb, úgyhogy a szervezet maga is ki tudja egyenlíteni a kisebb zavarokat.

A mellékpajzsmirigyek (glandulae parathyreoideae) 6—8 milliméter átmérőjű, vérrel bőven ellátott szervek a pajzsmirigy közelében. Számuk 1 és 4 közt váltakozik, néha még ennél is több. Élettani működésüknek pontos megállapítása meglehetősen nehéz. Műtéttel ritkán sikerül ugyanis a tökéletes eltávolításuk, azonkívül pedig az általuk termelt hormon hiánya más tüneteket idéz elő húsevő és másokat növényevő állatoknál. Legjellemzőbb tünet a görcsökre való hajlandóság 7—72 órával a műtét után. Súlyosabb rohamoknál ezek a görcsök a légzőszervekre is áttérjedhetnek és fulladást idézhetnek elő. Növényevő állatokon a tünetek sokkal enyhébben jelentkeztek, sőt a húsevőknél is el lehetett őket kerülni, ha műtét előtt és után hosszabb ideig tejjel, tejcukorral és kenyérrel táplálták a kísérleti állatokat.

A kutatók szerint a vér mésztartalmának csaknem felére csökkenése okozza ezeket a tüneteket. A mészsókról, illetve a calcium-iónról régóta tudják, hogy az ingerlékenységet csökkenti, hiánya tehát fokozólag hat az izmok ingerelhetőségére. A kálium- és nátriumion éppen ellentétes hatású, fokozza az ingerlékenységet. A mellékpajzsmirigyek kiirtása után ezek mennyisége

megszaporodott a vérben, érthető tehát, hogy ez a kettős hatás görcsökre hajlandóságot idézett elő a szervezetben. Kísérletileg igazolták továbbá, hogy calcium bevitelével sikerült a görcsök fellépését megakadályozni vagy a már beállott görcsöket el lehetett tüntetni.

Újabb kutatások eredményei szerint azonban nem annyira az ión alakban jelenlévő, hanem a szerves mésznek a szerepe döntő. A mész raktározhatóságát a nagymolekulájú szerves vegyülethez kötöttség határozza meg s a görcsökre hajlandóság ezzel ez eddig ismeretlen vegyülettel van szoros összefüggésben. A mellékpajzsmirigy hormonja a legnagyobb valószínűség szerint azonos ezzel a vegyülettel. Mesterségesen bevitt iónalakú mész azért nem lehet tartós hatású, mert nem lévén lekötve, igen rövid idő alatt kiválasztódik a beleken át.

Hogy azután a görcsöket az izomszövetnek vagy az idegrendszernek a fokozott ingerlékenysége idézi-e elő, arra nézve a szövettani vizsgálatok és az élettani kísérletek azt mutatták, hogy a mészhiány elsősorban a központi idegrendszert támadja meg.

Az ásványi sók forgalmán kívül a mellékpajzsmirigyhormón jóval kisebb mértékben ugyan, de kimutathatóan befolyásolja a fehérje-, zsír- és szénhidrát-anyagforgalmat is. A mellékpajzsmirigyek eltávolítása után a szervezet által kiválasztott fehérje-bomlástermékekben felszaporodik a rendes körülmények közül alárendelt mennyiségű ammonia és guanidin, mely utóbbinak származékai mérges hatásúak. A görcsök előidézésében azonban ezeknek nincsen szerepük.

Ennek a csoportnak negyedik belső elválasztású mirigye a *hasnyálmirigy* (pancreas), mely a gyomorból kivezető úgynevezett patkóbél hajlásában fekszik és 75—100 gramm súlyú. Tulajdonképpen kettős szerv, melynek egyik része a belekben végbemenő emésztésnél fontos szerepet játszó hasnyálmirigynedvet választja

ki, a másik része pedig a szervezet cukor-anyagforgalmában nélkülözhetetlen hormont termeli. A két rész szövettanilag teljesen különböző. Az előbbi rész sokszögletű vagy kerek mirigysejtekből áll, melyekben a hasnyálmirigy külső elválasztású nedve képződik. Ezek közé szigetszerűen (sziget latinul = insula, innen az *insulin* név) beágyazva egymással összefüggő sejtkötegek vannak beékelve. Itt termelődik a hasnyálmirigy belső elválasztású nedve, az insulin. Magukat a hormónképző sejtkötegeket felfedezőjükről *Langerhans*-féle szigeteknek nevezik, melyek össztömege csupán 1–3%-a magának a hasnyálmirigynek. Hormónjuk működésének ismertetése előtt meg kell jegyeznünk, hogy a táplálékunkban foglalt szénhidrátok az erjesztők hatására szőlőcukorra alakulnak át, ez ugyanis könnyebben tud áthatolni a sejtfalakon. A vérbe a vékonybél bolyhain keresztül ilyen alakban jutnak a szénhidrátok. Rendes körülmények között azonban a vér csak 0.1% szőlőcukrot tartalmaz. Ha ennél több vagy kevesebb a bennelévő szőlőcukor mennyisége, komoly zavarok állnak elő szervezetünkben. Valamilyen módon tehát gondoskodnia kell a szervezetnek arról, hogy egyfelől ez a 0.1%-nyi szőlőcukor ki ne választódjék a veséken keresztül s a vérből a sejtek által felvett mennyiség folytonosan pótol tassék, másfelől pedig a táplálékfelvétel után előálló szőlőcukortöbblet bizonyos formában eltávolíttassék, vagy későbbi használatra elraktározódjék. A szőlőcukor azonban ilyen alakban nem tárolható, mert vízben oldódik, a vér tehát a «raktárból», a májból azonnal kimosná. Ezért a máj glikogénné, egy vízben nem oldódó szénhidrátfajtává alakítja át a tartalékolt szőlőcukrot. Ha azután a májon átáramló vér szőlőcukortartalma 0.1% alá süllyedne, titokzatos parancsra azonnal mozgósít a máj a tartalékolt glikogénből anyagot, amennyi éppen szükséges s ezt szőlőcukorra vissza-

alakítva juttatja be a véráramba. Ezt a meglehetősen komplikált folyamatot idegrendszeri és hormonhatások irányítják. Egy később ismertetendő adrenalin nevű hormon (a mellékvesék terméke) is résztvesz ebben a tevékenységben, az adrenalin ugyanis a májban tárolt glikogént mozgósítja és szőlőcukor alakjában a vérbe juttatja. A vérben lévő cukor mennyiségének állandó szabályozása azonban az insulin feladata s ezért neki jut a legfontosabb szerep a szénhidrát-anyagforgalom kormányzásában. A hasnyálmirigy belső elválasztásának rendes menete mellett a vér cukortartalma megmarad az említett szinten és a vizeletben nem távozik el cukor a szervezetből. Hasnyálmirigyüktől megfosztott kísérleti állatokon azonban a kutatók megállapították, hogy a vér cukortartalma nagyon megnőtt, a vizeletben cukor, később a zsírok tökéletlen elégetése folytán aceton s ennek rokonvegyületei jelennek meg. A májból eltűnik a tartalékolt glikogén és az insulin. Az étvágycsökkenés fokozódik, de az állatok mégis rohamosan soványodnak s rendszeren a műtét utáni 2—4 héten belül elpusztulnak, hacsak idejében nem adagolnak nekik insulint. Hasnyálmirigy átültetésével és insulinnal folyamatos adagolásával azonban évekig is életben tudtak tartani ilyen kísérleti állatokat. Ha aztán egészséges állatoknak adtak insulint, először nyugtalanságot, majd egykedvűséget, végül pedig sokszor halállal befejeződő súlyos görcsrohamokat figyeltek meg rajtuk. Ezeket a hormon túlermelésének megfelelő tüneteket szőlőcukor adagolásával, vagy ha a májban még elég glikogén volt, adrenalin segítségével tudták megszüntetni.

A görcsök jelentkezésének a vér cukortartalmával összefüggését is igyekeztek kísérletileg megállapítani. Általában azt tapasztalták, hogy a görcsök akkor lépnek fel, ha 50%-kal csökkent a cukortartalom, tehát 0.05% körül mozgott. Kivételek is előfordultak azon-

ban, úgyhogy nem állíthatjuk, hogy a vércukortartalom ekkora csökkenése feltétlenül görcsöket okoz. Hogy ilyenkor mi történik a vérből eltűnt cukorral, az nincs még tisztázva. A vizsgálatok szerint sem el nem ég, sem glikogén alakjában el nem raktározódik, sem pedig a vizelettel ki nem ürül. Az insulin hatásmódja sincs végeredményben felderítve. Valószínű, hogy a sejtekre fejt ki elsősorban hatást s ezek szénhidrátfeldolgozó és elraktározó képességét irányítja. A vér cukortartalmára gyakorolt befolyása már csak ennek az első tevékenységnek a közvetett eredménye.

Ebbe a csoportba tartoznak még a *mellékvesék* (glandulae suprarenales) kéregállományában keletkező hormonok. Maguk a mellékvesék a vesék felső csúcsánál elhelyezett szervek, melyeknek nagysága a fejlődés folyamán sok változáson megy keresztül. A háromhónapos magzatnak mellékveséje például nagyobb a veséjénél. A hathónapos magzatban a mellékvese már csak a fele, az újszülöttnél a harmada, a felnőttben pedig csupán kb. a huszonnyolcadrésze a vesének. Barnás-sárga külső kéregállományból és szürkés belső velőállományból áll, mely közül most az előbbivel fogunk foglalkozni. Az összehasonlító bonctan kiderítette, hogy ez a kétféle rendeltetésű szerv csak az emlősökben egyesült, a cápafélékben még egymástól távol van elhelyezve. A kétélűekben már közelebb jutnak s a madarakban megtalálhatók az egybeolvadás első nyomai. A mellékvesék kéregállományának fontos szerepét állatkísérletek igazolták. A velőállomány megsemmisítését elég jól elviselték az állatok, de a kéregállomány kiirtása órák, esetleg napok alatt feltétlenül halálos következményű volt. A közbeeső időben feltűnő nyugodtság, soványodás, izombénulás, görcsök, szőrhullás stb. mutatkozott. A vércukor csökkent, a máj elvesztette glikogénjét. A kéregállomány hormonjai továbbá a nemiség kiala-

kulására is nagy hatással vannak. Fokozott hormón-termelés korai nemi éréssel, csökkent elválasztás pedig az ellenkezővel jár, ezekről a hatásokról azonban majd a megfelelő fejezetben fogunk szólni. Hogy miért van szükségük az izmoknak a kéregállomány működésére s hogy az anyagforgalom, elsősorban a zsírok anyagforgalma hogyan irányítódik, az eddig csak többé-kevésbbé kielégítő elméletekkel magyarázható.

Az izombénulási tüneteket mérgezésre szokták visszavezetni. Tudvalévő, hogy az izmok működésük folyamán mérgező hatású bomlástermékeket hoznak létre. Egyes kutatók feltevése szerint a kéreg hormonja ezeket valamilyen, még nem tisztázott módon ártalmatlanná teszi. Az egészséges állatból vett izomkivonat hatástalannak mutatkozott a mellékveséjétől megfosztott állatra nézve és fordítva. A mellékvese nélküli állatból vett izomkivonat azonban egy másik mellékvesétlen állaton súlyos mérgezési tüneteket idézett elő. Minthogy azonban kétségtelen, hogy a máj is szerepet játszik a méreglekötő és elbontó tevékenységben, nincs még bebizonyítva, hogy a mérgezési tüneteket nem a máj működésének megzavarása okozza-e.

A kéregállományuktól megfosztott kísérleti állatok anyagforgalmi zavarait még kevésbbé tudjuk megmagyarázni. Hirtelen soványodásukat a zsírkészlet elégetése, azaz inkább az eltűnése okozza, tehát a kéreg hormonja a zsírok elégetésénél fejt ki szabályozó tevékenységet. Régebben arra is gondoltak, hogy a koleszterin nevű szerves vegyületnek képződési helye a kéregállomány, mivel ez aránylag nagy mennyiségben tartalmazza ezt a lipoidok (foszfortartalmú zsírfajta anyagok) csoportjába tartozó vegyületet. Feltették, hogy ez szabályozná a lipoidoknak a szervezetben való eloszlását. Hivatkoztak arra, hogy az agyvelő bizonyos fejlődési zavarai esetében az ember mellékveséjének kéregállo-

mánya sorvadásnak indult s ezt a körülményt (mint-hogy az agy sok lipoidot tartalmaz) a mellékvese csökkent működésével magyarázták, bizonyítani azonban eddig még semmit sem sikerült. Lehetséges ugyanis a fordított eset is, hogy az agyvelő befolyásolja a kérgi résznek a fejlődését és a csökkent mellékveseműködés éppen az agy fejletlenségének a következménye.

Említésreméltó még a mellékvese kéregállománya hormonjának a C-vitaminnal összefüggése. A skorbuttól védő C-vitamin, az ascorbinsav megtalálható ugyanis a mellékvesében is, belőle sikerült tudvalevőleg *Szent-Györgyi*nek először előállítani a kristályos ascorbinsavat, melyet akkoriban még hexuronsavnak nevezett. A mellékveséjüktől megfosztott kísérleti állatokon az embe-
reken előforduló *Addison*-kórhoz hasonló bronzbetegség szokott fellépni. Már most a C-vitamin még igen híg, 1:40.000 higítású oldatokban adagolva is meg tudta akadályozni a mellékvesétlen állatokban a bronz színeződés mutatkozását. Az embernél hasonló hatást értek el a kutatók. Az *Addison*-kór jellegzetes kezdeti tünete, a bőrnek bronzszerű sötétedése hamarosan megszűnt ascorbinsav adagolására, de a betegség egyéb tüneteire nem lehetett ilyenmódon gyógyító hatást gyakorolni.

4. Az akaratunktól független, autonóm idegrendszerre ható hormon.

A mellékvesének másik része, az úgynevezett velőállomány egészen másfajta tulajdonságú hormont termel, a gyógyszer alakjában szeltében ismert *adrenalin*t. Ennek az anyagnak legrégebb és legjobban ismert hatása a vérnyomás emelése, mely azonban pár perc után majdnem olyan gyorsan, mint ahogy fellépett, elmúlik. A vérnyomásemelkedést az erek falában lévő úgynevezett sima izmok összehúzódása váltja ki. Ez a hatás

annyira erős, hogy 1 cm^3 folyadékban oldott 0.0000000025 gramm adrenalin már jelentősen összehúzza az ereket. Az érszűkítő hatást megfelelő hígítószer alkalmazásával tartósabbá lehet tenni, úgyhogy akár órákig elhúzódó vérnyomásemelkedést létesíthetünk.

Állatkísérletek alkalmával a bőr alá vagy a táplálékba adagolt adrenalin még nagyobb mennyiségben is hatásalannak bizonyult, emberbe juttatva azonban ilyen módon szintén befolyásolható volt a vérnyomás. A bőr alá fecskendezett adrenalin hatástalanságát azzal magyarázzák, hogy igen lassan szívódik fel s minthogy aránylag gyorsan elbomlik, mennyisége nem érheti el a hatás kiváltásához szükséges mértéket. A táplálékhoz kevert adrenalin hatástalanságát nem tudjuk megokolni. Annyi bizonyos, hogy sem a gyomorban, sem a belekben nem megy tönkre, hanem elbontatlan állapotban szívódik fel. A vérnyomásemelésem és az érszűkítésen kívül a szív működésre is serkentőleg hat az adrenalin, a szívverések számát szaporítja, az izomösszehúzódásokat erőteljesebbé teszi. A nyál- és epe-elválasztást fokozza, a gyomornedvét csökkenti. A hasnyálmirigy tevékenységére serkentő a befolyása. A szénhidrát anyagforgalomban jelentős szerepet játszik.

5. A nemi működésben szerepet játszó hormonok.

A *tobozmirigy*ről tudunk a legkevesebbet az összes belső elválasztású, inkréciós mirigyek közül. Tevékenységének egyik ágát már említettük a hosszirányú növekedést irányító hormonok leírásánál. Annyi bizonyos, hogy az eltávolítása pár nap alatt a kísérleti állatok kimulásához vezetett. A mirigykivonatokkal és mirigyekkel végzett táplálási kísérletek meglehetősen ellentmondó eredménnyel jártak. A kutatók egyrésze semmi hatást sem észlelt, mások pedig olyan elváltozásokat

állapíthattak csak meg, amelyek inkább a kivonatok tisztátalanságaitól, a bennük maradt szövetnedvektől eredhettek, mint a mirigy hormonjától. Klinikai tapasztalatok szerint igen valószínű, hogy ez a hormon ellenlábasa a nemi mirigyek termelte hormonoknak, sőt talán maguknak a nemi mirigyeknek a kifejlődésére is gátló hatással van. Ha ugyanis valamilyen fejlődési rendellenesség folytán a tobozmirigy korán elpusztult, a gyermekeken hamarabb jelentkeztek az úgynevezett másodlagos nemi jellegek (külső elváltozások) s a szellemi tevékenységük is rohamosabban fejlődött ki.

A szorosabb értelemben vett nemi hormonokat elválasztó mirigyek a két nemnél különbözők. *A női nemi mirigyek*, a petefészkek (ovarai) az úgynevezett kis-medencében fekvő, némileg a babra emlékeztető alakú, kb. 2·5—5·0 cm hosszú szervek. Főtömegükben sejtsorokból és sejtszigetekből állanak, amelyeket kötőszövet választ el egymástól. A szigetek sejteiben helyezkednek el az úgynevezett tüszősejtek, melyeknek száma a nemi érés idején megszorodik s magukban a tüszőkben egy folyadékkal töltött üreg képződik. Szaknyelven *Graaf*-féle tüszőnek hívják az átalakult tüszőt, melyben egy-egy érett petesejt foglal helyet. A némileg érett nő petefészkében minden négy hétben egy-egy ilyen tüsző megreped és belőle a petesejt a petevezetőbe jut. Ha rövidesen nem termékenyül meg, elpusztul a petesejt s az üres tüszőt különleges sárga festőanyaggal (luteinnel) telt sejtek népesítik be. Ezt az új képződményt sárgatestnek nevezik. Kétféle fajtája van: a tisztulási és terhességi sárga test. A belső elválasztásban, a hormonok előállításában a tüszősejtek és a sárgatest sejtjei vesznek részt.

A férfi nemi mirigyek, a herék (testes) ugyancsak párosan előforduló szervek, melyek kb. 4—4·5 cm átmérőjűek és 25—30 gramm súlyúak. Ezek a tojásalakú

képződmények a kötőszövetpárnával kibélelt herezacskókban foglalnak helyet. Finomabb szerkezetük kétféle: az ondósejteket termelő ondócsatornácskák és az úgynevezett Leydig-féle nagy sejtek tömege. Ma még nincsen tisztázva, hogy ezek közül melyik milyen szerepet játszik a hormonok termelésében. Annyi bizonyos, hogy a *Leydig*-féle sejtek hormonokat választanak ki, de valószínű, hogy mellettük más sejteknek is jut tevékeny szerep.

A nemi mirigyek, illetőleg az általuk termelt hormonok határozzák meg az egyén nemét (úgynevezett elsődleges nemi jellegét), ők adják meg továbbá a testnek jellemző férfi vagy női alkatát (úgynevezett másodlagos nemi jellegét) s végül ugyancsak ők alakítják az agyvelő legmagasabbrendű működését s az érzelmi és gondolatvilágot férfiasá vagy nőiessé (ez az úgynevezett harmadlagos nemi jelleg).

Hatásukat illetőleg nemcsak állatkísérletek eredményei állnak rendelkezésünkre, hanem bőven találunk irodalmi adatokat emberekre vonatkozóan is. Ősidők óta szokásban volt ugyanis a fiúgyermek és felnőtt férfiak (rabszolgák, hadifoglyok) ismert okokból történő úgynevezett kasztrálása, sőt egy indiai utazó (*Roberts*) a múlt század elején tett útjáról megírt naplójában megemlíti, hogy látott néhány gyermekkorban kasztrált 25 év körüli nőt is. A nemi érettség előtt végrehajtott kasztrálás következményei természetesen főleg az első- és másodlagos nemi jelleg terén jelentkeznek. A szervezet fejlődése részben a másik nemhez hasonlóan történik. A nemi ösztön vagy egyáltalán nem, vagy csak alig észrevehetően mutatkozik. A szellemi fejlettség legtöbbször, de nem minden esetben a rendes mérték alatt marad.

Ami az anyagforgalomra gyakorolt hatást illeti, ez a folyamat általában veszít élénkségéből. A külső moz-

gást is lassúság, tunyaság jellemzi. A belső elválasztású mirigyek az elcsenevészedeő pajzsmirigy kivételével a fokozott működés jeleit mutatják, a csecsemőmirigy és a tobozmirigy nem fejlődik vissza.

A nemileg érett korban történő kasztrálás nagyjában olyan tünetekkel jár, mint a nemi mirigyek működésének bizonyos korban természetes úton előálló megszűnése. Míg azonban ez utóbbi esetben lassan, fokozatosan fejlődnek ki az öregedéssel járó külső és belső tünetek, addig a kasztrálás után egy csapásra, hirtelen mutatkoznak ezek. A következményeknek ez a hasonlósága arra mutat, hogy a nemi hormonok valamilyen összefüggésben lehetnek az öregedéssel.

A kasztráláson kívül még több mód van a nemi mirigyek hormonjai hatásmódjának tisztázására, mégpedig a mirigyek átültetése, esetleg az ellenkező nemű mirigyek átültetése és a kivonatanyagokkal történő gyógykezelés.

Mirigykivonatokkal sokszor sikerült a kasztrálásnak a másodlagos nemi jellegeken mutatkozó következményeit elkerülni. A herekivonatok általában kevésbé hatásosaknak mutatkoztak, mint a petefészekkivonatok. Sok függ továbbá az adagolás módjától is. Eredményes a hereburkokba s a vérbe történő fecskendezés, de utóbbi nem veszélytelen, mert a kivonatokban lévő idegen szövetek kivonatai sokszor súlyos mérgezési tüneteket idéztek elő.

Az átültetések már lényegesen jobb eredménnyel jártak, természetesen csak akkor, ha az átültetett mirigy annak rendje és módja szerint be tudott fészkelni új helyére s működni kezdett. Különösen a háborús sérülések kezelésénél volt a sebészeknek alkalmuk bő tapasztalatok gyűjtésére s az átültetési műtétek fontossága és jogosultsága azóta teljesen igazolódott.

A legújabb időben főleg *Steinach*, *Voronoff* és *Sand*

végeztek tengeri malacokon és nyulakon nagyszámú mirigyátültetési kísérletet. *Steinach* kiterjesztette tanulmányait olyan öreg állatokra is, melyeknek nemiösztöne már kialudt volt és azt tapasztalta, hogy a műtėti beavatkozás nemcsak a nemiösztönt élesztette föl, hanem az öregség egyéb tüneteit is elmulasztotta. Később kiderült, hogy nem szükséges az átültetés komoly és nehéz műtétét elvégezni, hanem elegendő a herék kivezetőcsöveit elzárni (levarrni). Ilyenkor (akárcsak a hasnyálmirigy esetében) a külső elválasztást végző rész elsatnyul, de ezzel szemben újult erővel indul meg a hormonok termelése. *Voronoff* eleinte háziállatokon, később emberekben is végzett lekötési és átültetési műtéteket. Az utóbbi esetben emberszabású majmoknak, főként csimpánzoknak mirigyeit használta fel az átültetésre. *Steinach* és *Voronoff* annakidején idő előtt nyilvánosságra hozták kísérleteik első eredményeit és elég helytelenül «megfiatalítás»-nak nevezték el eljárásukat, mielőtt az a kellő próbákat kiállotta volna. A nagyközönség természetesen az örök ifjúság problémájának megoldását vélte látni benne. Azt hitte, itt az alkimisták által évszázadok óta keresett, a haláltól megváltó életanyag. Sajnos, a további megfigyelések nagy csalódással jártak. Kiderült, hogy az életnek a tartamára ennek az eljárásnak egyáltalán semmi hatása nincsen, az ifjúságot sem lehet így visszavarázsolni. Az öregség jellemző tünetei csak átmenetileg multak el, hogy azután annál erősebben előtörjenek. A kezdetben végzett állatkísérleteknél azért nem vették észre a hatás mulandóságát, mert a kísérleti állatok aránylag rövid élettartamúak voltak s így még a megfiatalítás állapotában pusztultak el, mielőtt az esetleges visszahatást észlelni lehetett volna. Mindenesetre kétségtelen, hogy az öregség szellemi és testi tüneteinek a fellépése összefüggésben van a nemi hormonokkal. Ezeknek mesterséges pótlása azonban csak akkor vezet-

het jó eredményhez, ha működésük valami rendkívüli ok miatt időnek előtte szűnik meg. Ha az előregedés okozza a hormónképződés lassúbbodását, céltalannak, sőt károsnak látszik az átültetéssel vagy más kezeléssel való kísérletezés. Bebizonyult, hogy az öregségnek és a halállal járó lassú elsatnyulásnak okait nem kereshetjük pusztán a nemi mirigyek hormonjaiban. Valószínűleg az élő sejteknek alaptulajdonságuk az öregedés és a halál, élettartamuk pedig különleges faji sajátyságaik által van megszabva. Az átültetés tehát valójában nem «megfiatalítást», hanem csupán muló «fiatalságot» idéz elő.

A női nemi mirigyek átültetésének eredményei messze elmaradnak a hím mirigyekkel elérték mögött. Az átültetett petefészkek ugyanis sokkal gyakrabban elsorvadnak új helyükön, mint a herék. Emberen alig néhány esetben járt sikerrel, úgyhogy nőknél inkább kivonatanyagokkal igyekeznek pótolni a hiányzó hormonokat.

Érdekes eredményt hoztak a különböző nemű mirigyek átültetési kísérletei. *Foges*, *Steinach* és *Zawadowsky* tapasztalatai szerint kasztrált állatokon a különböző nemű mirigy átültetésének hatására az eredeti nemmel ellentétes nemi jellegek fejlődtek ki. A feminizált hímek testalkata, nemiösztöne nőstényre utalt, viszont a masculinizált nőstény a hímekhez hasonlóvá alakult. Normális, nem-kasztrált állatokon az átültetett mirigy mindaddig hatástalannak bizonyult, amíg az eredeti mirigy működésben volt. A hormonok hatása között tehát határozott ellentétesség nyilvánul meg, de nem tudjuk még, milyen módon akadályozza meg az egyik-fajta hormón a másik nem hormónjának érvényre jutását. *Lipschütz* kutató kísérletei szerint nem hormonok, hanem külső elválasztású nedvek fejtik ki a gátló hatást. Hogy például a hím állatba átültetett petefészkek hormonjának hatása érvényrejusson, nem feltétlenül szük-

séges a heréket eltávolítani, hanem elegendő valamilyen módon az ondó elválasztását, illetőleg a nedvnek a szervezetbe jutását megakadályozni.

Nagyon figyelemreméltó az újabb kutatóknak az a megállapítása, hogy minden szervezet vérkeringésében igen csekély mennyiségben, de kimutathatóan jelen van a másik nem hormonja is. Rendes körülmények között ez a mennyiség olyan elenyésző, hogy semmi különleges hatást nem bír kifejteni az eredeti nemi hormon túlnyomó többletével szemben. Hogy azonban a szervezet életműködésében mégis valami, eddig ismeretlen, fontos szerepet tölt be az ellentétes nemi hormon, azt az a körülmény igazolja, hogy a mellékvese már ismeretett kéregállományának hormonja a legszorgosabban örködik az ellentétes nem kismennyiségű hormonja fölött, szinte azt mondhatnók, «kisebbségi védelmet» gyakorol a hormon javára a nagy többségben jelenlévő eredeti nemi hormonnal szemben! Ha a kéregállomány működésében zavar áll elő, ugyanolyan furcsa másodlagos nemi jellegzavarok mutatkoznak, mintha magukban a nemi mirigyekben volnának fejlődésbeli rendellenességek. Ezek a «fiúból lánnyá» vagy «lánnyból férfivá» változások szerencsére ma már a legtöbbször orvosolhatók műtéti úton vagy megfelelő hormonkezeléssel. A szervezetben keringő kétféle jellegű nemi hormon rendes arányának kisebb-nagyobb eltolódásával magyarázzák azt is, hogy egyes férfiak (például művészek) határozottan «nőies» jellegűek mind külsejükben, mind gondolkodásmódjukban stb. és fordítva: egyes nők férfiasan viselkednek és tevékenykednek. Köztudomású az a tény, hogy rendszeren éppen az ilyen «nőies» férfiak különösen a határozott fellépésű, férfias gondolkodás módú nők felé vonzódnak, az erőteljes férfiaknak pedig inkább az igazán feminin jellegű nők tetszenek. A természet ezzel szinte ki akarja javítani a nemeknek (vagy

ha úgy akarjuk mondani, a szervezetünkben keringő nemi hormonoknak) kissé eltolódott arányát. Állatkísérletekkel is igazolni próbálták azt, hogy e kétféle nemi hormon helyes arányának eltolódását a szervezet minden rendelkezésére álló módon helyrehozni igyekszik. Ha például nőtény állatok a termékenyítésük előtt bőven kaptak női nemi hormont, ivadékaik között feltűnően sok hím mutatkozott, ami talán legalább is részben a szervezetnek a túlsok női hormonnal szemben kifejtett ellentétes tevékenységével magyarázható. Ezt a váratlan kísérleti tapasztalatot egyes állattenyésztők fel is használják bizonyos esetekben. A fajkutyáknál például rendesen több a nőtény az ellésnél, mint a hím. Ez utóbbiaknak tehát nagyobb az ára. Jövedelmezőség szempontjából próbáltak női nemi hormon adagolást alkalmazni a termékenyítés előtt. Kiderült, hogy kb. 30%-kal emelkedett a hím-utódok száma, a fajkutyá-alom jövedelmezősége ilyenmódon jelentékenyen megnövekedett.

Az eddig említettek általában a herék és a petefészek tüszősejtjei hormonjának működését és feladatát igyekeztek ismertetni. A sárga testnek és a méhlepénynek hormonjával külön kell foglalkoznunk. A *sárga testről* először *Prénant* bizonyította be 1909-ben, hogy a belső elválasztású szervek rendszeréhez tartozik. Ő tisztán szövettani vizsgálatai alapján állította ezt, később azonban *Fraenkel*nek nyulakon végzett kísérletei annak rendje és módja szerint teljesen igazolták feltevését. A sárga test kiirtásával és másfajta műtéti beavatkozásokkal járó kísérletek bebizonyították, hogy az úgynevezett terhességi sárga test hormonja teszi lehetővé a megtermékenyült petének a méhben történő megtelepedését és megmaradását. Ez indítja meg a méhben a vérbőséget, a nyálkahártya felpuhulását, majd burjánzását és a hullóhártya meg a méhlepény kifejlődését.

Ugyancsak a terhességi sárga test hormonja akadályozza meg a terhesség ideje alatt a további peték érését és az időszakos vérzések fellépését. Védi továbbá az embriót a méhlepény megjelenéséig, mely utóbbi veszi át azután tőle ezt a feladatkört. A terhesség megszűntével ez a sárga test elpusztul, ami szintén azt bizonyítja, hogy a petével benső a kapcsolata. Kétoldalúnak látszik ez a kapcsolat, mert egyfelől a megtermékenyült pete óvja meg a tisztulási sárga testet a pusztulástól s alakít belőle terhességi sárga testet, másfelől a terhességi sárga test készíti elő a méhet a megtermékenyült pete befogadására s tartja ez utóbbit a méhben a fejlődés bizonyos fokáig.

A tisztulási sárga test hormonjának működéséről igen eltérő a kutatók véleménye. Egyesek szerint semmi különösebb hivatása sincsen, mások viszont vérzést csökkentő hatást tulajdonítanak ennek a folyton újból képződő nedvnek.

A méhlepény belső elválasztásának kérdése nagyon kétséges. Eleinte az volt a feltevés, hogy ez váltja ki a terhességgel kapcsolatos elváltozásokat, különösen a méhnek növekedését és az emlők fejlődését. Később azonban számos más szervből készült hatóanyagokkal is el tudtak érni ehhez hasonló hatásokat, úgyhogy sokan tagadják a méhlepény hormonképző szerepét.

6. A hormonok vegyi összetétele és előállításuk módja.

A külső elválasztást végző mirigyek váladékainak összegyűjtése aránylag könnyű feladat. Nem így áll a helyzet azonban a belső elválasztású, hormontermelő mirigyek esetében. Ezeknek váladéka ugyanis közvetlenül jut a vérbe, nem lehet lekötéssel vagy műtéti úton egyszerűen kivezetni és felfogni a képződményüket.

Elsősorban tehát magából a mirigyből kell kiindulnia a kutatónak, hogy az annak sejtjeiben már elkészült hormont lehetőleg tisztán kitermelhesse és a kísérő szövetanyagoktól elválaszthassa. A biokémikusok munkájának menete általában a következő: A kérdéses mirigyet finomra felaprózzák, ha szükséges, péppé dörzsölik s ebből a pépből készítenek vizes, esetleg alkoholos vagy más kivonatot. Az így kapott kivonatból alkalmas módon (alkoholos kezeléssel, főzéssel stb.) kicsapják a bennelévő fehérjét és a megszürt oldatot légritkított térben besűrítik. Ezt a terméket azután a vegyészek ismert eljárásaival (úgynevezett frakcionált kristályosítás, kicsapás és megint oldatbavivés stb.) igyekeznek a lehetőségig annyira megtisztítani, hogy a hatóanyagot kristályos alakban megkaphassák. A tiszta kristályokból álló anyag olvadáspontjának, molekulásúlyának és egyéb fizikai meg vegyi tulajdonságainak vizsgálata dönti azután el, hogy milyen elemekből állanak a kristályok, mi a szerkezetük, milyen élettani hatást mutatnak stb. A szerkezet kiderítése után következő legfontosabb lépés a felépítés, a szintézis. Ha ugyanis ismert vegyületekből a szerves kémiában szokásos módszerekkel fel lehet építeni a természetes anyagokból kivont kristályokkal teljesen azonos, mesterséges kristályos vegyületet, akkor már minden kétséget kizáróan igazolva van a vegyület szerkezete és összetétele. Ettől a ponttól rendesen nincs messze a mesterséges előállítás gyakorlati, nagy mennyiségben történő megvalósításának megoldása.

Ez a pár szóval vázlatosan ismertetett eljárás azonban a valóságban sokkal nehezebben, sokkal lassabban, tömérdek akadálytól gátolva mehet csak végbe. Az eddig felderített szerkezetű hormonok ugyan kivétel nélkül aránylag egyszerű vegyi szerkezetű, kristályos, meg lehetőszen hóálló vegyületek, kivonásuk és részletes vizs-

gálatuk mégis olyan nehéz és hosszadalmas munka, hogy alig egynéhányat sikerült közülük vegyileg teljesen tiszta alakban előállítani. A többi mirigyből egyelőre csak változó összetételű, különböző tisztaságú és hatásfokú kivonatokat tudnak csak készíteni, melyeket hatásuk fokának megállapítása s annak valamilyen nemzetközileg elfogadott egységhez való viszonyítása után hoznak gyógyászati célokra forgalomba.

Az agyfüggelék elülső lebenyéből készült kivonatanyagok nem egységesek. *Robertson*nak sikerült ugyan belőle egy 1·4% foszfortartalmú, lipoidszerű anyagot elválasztania, melyet *tethelin*nek nevezett el. Ez bizonyos korban alkalmazva a növekedésre serkentő hatással volna. Később ezt a hatóanyagot *preloban* néven állították elő, közelebbi szerkezete azonban még ismeretlen. Részben a táplálék elégetését és a zsír anyagforgalmát szabályozza, részben pedig a testnek hosszirányban növekedésére hat irányítólag.

Az elülső lebeny másik hatóanyaga a *prolan* (proles latinul = sarjadék) nevet kapta, amivel a nemi tevékenységre gyakorolt befolyását akarták jelezni. Ez a hatás bizonyos fokig csak közvetett, felsőbbrendű kormányzásnak tekinthető. Míg ugyanis a nemi mirigyek hormonjai mirigyüktől megfosztott szervezeteken is jelentős változásokat tudnak előidézni, a *prolan* nevű hormon csak olyan szervezetekre hat, amelyekben rendesen működnek a nemi mirigyek, hatása tehát csak ez utóbbiakon keresztül juthat érvényre. Érdekes, hogy ez a hormon a terhesség ideje alatt feltűnően fokozott mértékben termelődik s ezzel összefüggésben maga az elülső lebeny is majdnem kétszeresére megnő. Ezt a tapasztalatot gyakorlatilag is felhasználják a terhességnek úgynevezett élettani kimutatására. Nemi érettségük fokát még el nem ért egerék és házinyulak ugyanis ennek a hormonnak a hatására klinikailag észlelhető változásokon mennek keresztül.

Méhük jelentősen megnő, petefészkük megerősödik és sárga testek képződnek bennük. A hormónnak a szervezet által el nem használt, fölös mennyisége a vizeletben hagyja el a testet. Rendes körülmények között a női vizeletben köbcentiméterenkint egy század egéregységnyi hormon foglaltatik (a hormon mennyiségét ugyanis élettani kísérletekkel megállapítható, úgynevezett egéregységekben mérik). A megtermékenyülés pillanatától kezdve azonban ez az érték az ezerszeresére nő meg, tíz egész egéregységet ér el köbcentiméterenkint. A terhesség beálltát eszerint házinyúl-kísérletekkel már 24 óra, egér-kísérletekkel pedig 5—7 nap múlva 98—99% biztonsággal meg tudja a szakember állapítani. Nem-terhes női vizelet befecskendésére tudniillik az előbb említett jellemző tünetek nem mutatkoznak a kísérleti állatokon.

Említésreméltó még, hogy ez a terhességkimutatási módszer nem alkalmazható minden emlőállatnál. A tehének, juhok, kecskék, sertések, kutyák, oroszlánok és rágcsálók vizeletében terhesség alatt sem tudtak ilyen hormont találni. Madarakon és hidegvérű állatokon sem idézett elő változásokat az emlős állatok elülső lebenyének hormonja.

Maga a hormon aránylag igen érzékeny vegyület, 60—70 C°-on már elpusztul, savak és lúgok könnyen elbontják, többet még nem tudunk róla.

Az elülső lebenynek nemrég felfedezett harmadik hormonja a *prolaktin* nevet kapta. *Riddle* amerikai kutatónak sikerült legelőször tisztán előállítania ezt a hatóanyagot, mely a tejelválasztó mirigyek működését közvetlenül tudja befolyásolni. Minthogy nem a nemi mirigyeken keresztül érvényesül a hatása, mint a prolan-é, kasztrált állatokon is erőteljes tejelválasztást idézett elő. Egyelőre azonban az előállítása olyan nehéz, hogy a gyakorlatban nem igen alkalmazható.

Az agyfüggelék középső lebenyének hormonját leg-

újabban sikerült egy különleges kimutatási mód alkalmazásával a többiektől elválasztani. Kiderült ugyanis, hogy az egri ponty, másként fürge cselle (*Phoxinus phoxinus* L.) nevű kis édesvízi halacska has-, mell- és hátuszonyain ez a hormon égő vörös foltokat okoz. A középső lebeny latin nevééről (*pars intermedia*) *intermedin*nek nevezték el a hormont. Különös, hogy ezt a jellemző színváltozást eddig csakis a fürge csellén és kizárólag az intermedin hatására észlelték a kutatók. Más hormon vagy vegyület hatástalannak bizonyult s maga az intermedin sem tudott másfajta halakon semmi változást előidézni. Ezen a színhatáson kívül más hatását még nem tudták kimutatni az intermedinnek. Az egyetlen adatunk az, hogy a vészes vérszegénység nevű betegség esetében az intermedinnek mennyisége erősen csökkent, májráknál, uraemiánál s a kasztráltakon előforduló elzsírosodásnál pedig lényegesen megnőtt.

A hátulsó lebenyről megállapították a kutatók, hogy legalább is háromféle hormónnak a készítője. Az egyik, amely a *vasopressin* nevet kapta, a vérnyomást növeli, a belek mozgását fokozza és a szervezet vízkiválasztását gátolja. Súlyos műtétek után ezzel szokták a belek el-lanyhult mozgását, az úgynevezett peristaltikát megindítani. Jó eredménnyel használják továbbá ezt a hormont a vizes cukorbetegség gyógyítására, amelynél az agyfüggelék kóros elváltozása folytán a vasopressin nem termelődik kellőképpen s ennek az a következménye, hogy a beteg rendkívül sok (8—10 liter) vizet is kiürít naponta. Ilyen esetekben a kiürítés mértékét csökkenteni lehetett s az állandóan jelentkező kínzó szomjúságérzést is meg tudták szüntetni.

A hátulsó lebeny másik hormonja, a *hypophysin* vagy *orasthin* az anyaméhre gyakorol erős összehúzó hatást. A szülészetben valósággal áldásos az alkalmazása fájásgyengeségnél vagy a görcsök megakadása esetében.

Egyetlen befecskendezés megkönnyíti az anya szerepét és megmenti a veszélyben forgó magzatot. Érdekes, hogy a napfény, mégpedig az ibolyántúli sugarak igen gyorsan elbontják ezt a hormont. Régi tapasztalat, hogy nyáron a terhesség körülbelül egy héttel tovább szokott tartani, mint télen. A kutatók ezt most azzal magyarázzák, hogy a nyári nap erős ibolyántúli sugárzása folytán ilyenkor lényegesen kevesebb hatóképes hypophysin kering a vérben, mert az elbomlás nagyobb mértékben megy végbe, mint télen s ezért lépnek fel későbbben a jellemző fájások. Egy másik jelenséget is a hormon fényérzékenységevel okolnak meg. Köztudomású, hogy az esetek túlnyomó többségében éjjel kezdődik meg a szülés. Ezekután természetesnek is látszik, hogy a nap besugárzásának elmulása után csak az esti órákban érheti el a nappal részben elbontott hormon azt a mértéket a szervezetben, amely a szülést meg bírja indítani a méh összehúzódásai révén.

A hátsó lebeny harmadik hormonjának, a *színváltás hormonjának* felfedezését Jores rostocki kutatónak köszönhetjük. Eleinte csak a kétélűeken kísérleteztek vele s megállapították, hogy a festéket tartalmazó sejtek kiterjedését és összehúzódását befolyásolja. Ezáltal áll elő ezeknek az állatoknak ismeretes színváltozása. Később kiderült, hogy ez a hormon jelenvan a magasabbrendű állatoknak s az embernek az agyfüggelékében is. Jores észrevette, hogy ez a hormon a béka szemének a sötétséghez alkalmazkodását elősegíti. Kísérletileg igyekezett tehát kipróbálni, nincs-e ugyanilyen hatással az emberi szemre is. A szembe cseppentett hormon valóban elősegítette a sötétséghez alkalmazkodóképességét. A kezeletlen szem csak jóval lassabban tudott a fény intenzitásváltozásaihoz alkalmazkodni, mint a hormonnal kezelt. A különböző állatok agyfüggelékének összehasonlító vizsgálata pedig kiderítette, hogy

az éjjel is jól látó állatoknak (bagoly, macska stb.) ebben a szervében sokkal több a színváltozási hormon, mint a nappali állatokéban (pl. galamb, tyúk stb.), mely utóbbiak tudvalevőleg éjjel alig látnak.

A színváltozáson és a szem alkalmazkodóképeségének irányításán kívül az ember 24 órás napi ritmusaira is titokzatos befolyással van ez a hormon. Többféle ilyen 24 órás ritmust ismerünk. A fehér vérsejtek száma, a test hőfoka s a vízelválasztás például hajnali 4 óra tájban a legkisebb. A vér cukortartalma viszont ilyenkor a legnagyobb. Régebben azt hitték, hogy ezek a tünetek az embernek nappal végzett munkájával és éjjeli pihenésével, az alvással függnek össze. Éjjeli munkásokon végzett igen széleskörű vizsgálatok azt mutatták azonban, hogy a munka és pihenés idejének rendszeres, teljes felcserélése ellenére is ugyanazok a változások voltak rajtuk észlelhetők, mint más embereken. Eszerint tehát a 24 órás ritmusoknak nem külső, hanem belső indítékai vannak, melyeket a legnagyobb valószínűség szerint ez az éji-hormón idéz elő. Egyesek ezzel kapcsolatban arra is gondoltak, hogy a halálesetek legnagyobb része éjjel, mégpedig főként éppen a kora hajnali órákban fordul elő, tehát abban az időszakban, amelyben az éji-hormón tevékenykedik szervezetünkben. Úgy látszik, az éjféltől hajnali 4—5 óráig terjedő idő különösen kritikus az emberi szervezetre, ez a titokzatos irányítóanyag talán ilyenkor dönt életünk és halálunk fölött.

A tobozmirigy hormonjának, az *epiphysin*nek eddig csak többé-kevésbé hatásos vizes kivonatait sikerült előállítani. Ezeknek gyógyászati alkalmazása olyan eltérő eredményekkel járt, hogy egyelőre nincs tisztázva, minő anyagokat termel ez a mirigy.

A pajzsmirigyről régóta ismeretes, hogy jódot tartalmaz és hogy hatóanyagának, hormonjának is szerves alkotórésze kell, hogy legyen a jód. Eddig három külön-

bőző anyagot sikerült ebből a mirigyből előállítaniok a kutatóknak s mindegyik jódtartalmú. A legrégebb közölük a *jodothyrim* nevű vegyület, amelyet még 1896-ban állított elő *Baumann* és *Roos* a mirigynek híg kén-savval főzése útján. Megfelelő tisztítási eljárás után egy vízben igen rosszul oldódó, jódtartalmú barna port kaptak. Eleinte ezt a jodothyrint tartották a pajzsmirigy hormonjának, de az élettani kísérletek megdöntötték ezt a feltevést. *Oswald* egy év múlva pajzsmirigy vizes kivonatából ammonsulfátoldattal egy jódtartalmú fehérjevegyületet tudott elválasztani, melyet *jódthyreo-globulinnak* nevezett el. Ez az anyag élettanilag hatásosnak bizonyult. Jódtartalma az egyes állatfajok szerint, de még azon belül is a táplálékkal felvett jódnak mennyiségétől függően igen tág határok között változik. Jódjától könnyen megfosztható s a keletkező thyreo-globulin megint könnyen jódozható. A biokémikusok túlnyomó részének véleménye szerint ez volna a pajzsmirigynek valódi hatóanyaga, amelynek csupán bomlás-terméke az előbb említett jodothyrim. A pajzsmirigyből előállított harmadik termék a *thyroxin*, amelyet 1919-ben fedezett fel *Kendall* amerikai kutató. Készítésének módja rendkívül körülményes. Elég annyit említenünk, hogy az első 35 grammnyi tiszta anyag előállításához felfedezőjének 3500 kg pajzsmirigyet kellett feldolgoznia. Igen apró kristályokban kiváló anyag ez, melynek bizonyos fémsói jól eltarthatók. Élettani kísérletekben ezerszer hatásosabbnak mutatkozott a pajzsmirigykivonatoknál. *Harrington* angol kutatónak egy évtized múlva sikerült e hormon vegyi összetételét tisztázni s nem sokkal később a mesterséges előállítás is eredményhez vezetett.

A thyroxin hatásmódjának ismeretéhez érdekes adatokat szolgáltatott az a megfigyelés, hogy az ember vérének jódtartalma az évszakok szerint meglehetősen jelen-

tékeny ingadozásokat mutat. A nyári és őszi hónapokban a kutatók megállapítása szerint cm^3 -kint átlagosan 13, télen azonban csak 8 milliomod grammra rúg vérünk jódtartalma. A pajzsmirigy hormonja jódtartalmú lévén, kézenfekvő volt az a feltevés, hogy magának a pajzsmirigynek a tevékenysége is változik az évszakok szerint. A kísérletek igazolták ezt, kiderült ugyanis, hogy áprilistól kezdve lassankint nő a pajzsmirigy és körülbelül július táján éri el legnagyobb kiterjedését. Azután fokozatosan visszafejlődik és egész télen át az áprilisi alakját tartja meg. Ezt a jelenséget sokan összefüggésbe hozzák azzal a tapasztalással, hogy egyes emberek bizonyos évszakokban vagy hónapokban rendszeresen jól, másokban pedig következetesen rosszabbul érzik magukat. A pajzsmirigynek, azaz inkább az általa termelt hormónnak az általános anyagforgalomra gyakorolt rendkívül nagy befolyását ismerve, nem lehet ezt a tapasztalást egyszerűen képzelődésnek minősítenünk, sőt a mondottak alapján valószínűnek látszik, hogy a vér jódtartalma bizonyos fokig irányítja a hormónképzés menetét. Hogy azután a vér jódtartalmának változását mi okozza, az már más kérdés. Egyes kutatók észlelése szerint a szervezet jód-anyagforgalmát a levegőt, a talajt, a táplálékokat, az ivóvizet és a bőrt érő napsugarak erősen befolyásolják. Mások azt találták, hogy az időjárás változása is hatással van a pajzsmirigy működésére. Mindez azonban ma még nem magyarázza meg kellőleg az előbb említett időszakos változásokat. A pajzsmirigy ismertetésekor már megemlékeztünk egy ilyen időszakos hatásáról, az állatok téli álmának szabályozásáról. Az emberre sem közömbös a pajzsmirigy tevékenységének mértéke. A közérzetre gyakorolt befolyása mellett a napsugaraknak bőrünkre hatásában is jelentős szerepe lehet. A kutatók vizsgálatai szerint az emberi bőrnek érzékenysége a fénysugarakkal szemben a különböző hónapokban igen tág

határok között váltakozik. Beható kísérletek azt mutatják, hogy a bőr fényérzékenysége egyenes arányban áll a pajzsmirigy tevékenységével, vagyis ugyanolyan időszaki ingadozásoknak van kitéve, mint ez utóbbi.

Az állatvilágban a vedlést hozták összefüggésbe a pajzsmirigy működésével. Ismeretes, hogy madaraink ősszel elhullatják tollazatukat, emlős állataink pedig bizonyos évszakokban új bundát kapnak. Hogy a vedlés és a szőrözet felfrissülése valóban a pajzsmirigy hormonjának befolyására jön létre, kísérletileg is beigazolódott. Ha csirkéknek, galamboknak, libáknak, kacsáknak, páváknak, seregélyeknek és más madaraknak akár marhából, akár lóból vagy juhból származó pajzsmirigyet kevertek az eledeléhez, mesterséges «vedlés» állt elő, régi tollazatuk elhullott és új tolldísz kaptak. Érdekes, hogy az új tollak észrevehetően világosabb színűek voltak a réginél, még pedig annál világosabbak lettek, mennél több pajzsmirigy adagoltak a kísérleti állatoknak. Emlős állatokon végzett megfigyelések a szőrözet felfrissülése és a pajzsmirigyműködés összefüggését igazolták. Rendesen ősszel kapnak a juhok és ökrök új bundát, s a kutatók megállapították, hogy a pajzsmirigyüknek a jódtartalma éppen ilyenkor éri el a legnagyobb, a rendesnél körülbelül háromszor nagyobb értéket.

A nikotinmérgezés ismeretes tüneteit, a különleges izgatottságérzést, szívdobogást, a kéz reszketését, bélműködési zavarokat stb. újabban közvetett pajzsmirigyműködési rendellenességgel magyarázzák. A cigarettázás és szivarozás köztudomás szerint izgatja, élénkíti a szervezet tevékenységét. Ez a serkentő hatás azzal magyarázható, hogy a nikotin a pajzsmirigy hormontermelését elősegíti. Túlságosan sok nikotin természetesen igen nagymennyiségű hormont juttat a vérkeringésbe, aminek az említett kellemetlen tünete sorozat a következménye.

A pajzsmirigykivonatok és thyroxinkészítmények ha-

tásosságát állatkísérletekkel, úgynevezett élettani egységekben állapítják meg. Emlős állatokat ebből a célból meg kell fosztanunk pajzsmirigyüktől, hogy a hormónhiány-okozta tünetek mutakozzanak rajtuk. Pajzsmirigykivonatok megfelelő adagolása révén ezek a tünetek több-kevesebb idő alatt elmúlnak s az adagolt készítmény mennyiségéből meg a gyógyulás idejének tartamából következtetni lehet a hatás mértékére. Nem szükséges azonban madarakon és emlősökön kísérletezni minden esetben, mert a kételtűekhez tartozó bizonyos szalamandrafajtákra is különleges hatással van a pajzsmirigy hormónja. Az axolotl nevű mexikói szalamandra lárváinak az úgynevezett szárazföldi alakká átalakulását például szinte elképzelhetetlen mértékben gyorsítja. Egy háromezredgramm tiszta hormónnak a lárvá hártájába fecskendezésére a kísérletek tanúsága szerint 5—6 hét múlva, egy ezezredgramm esetében 27 nap, egy tízezredgramm esetében pedig már 11 nap múlva átalakul a mintegy húsz gramm súlyú lárvá szárazföldi szalamandrává.

A hormónnak thyroxin alakjában való mesterséges előállítása mindenestre a hormónkutatóknak igen nagy dicsőségére válik. Említettük már, hogy ez tiszta állapotban ezerszer hatásosabb volt az eddig készített mirigykivonatoknál. A vegyi gyárak versenye érthetően a természetes mirigyekből kivonatokat készítő telepeket is fokozott kutatótevékenységre serkentette. Ez eredményre is vezetett, úgyhogy ma ismét a természetes készítmény áll az élen. Sikerült ugyanis olyan kivonatot előállítani, amely még a mesterséges thyroxinnál is ötször hatásosabb.

A mellékpajzsmirigyekből először 1924-ben sikerült *Ellingsonnak* olyan vizes kivonatot készítenie, amely megszüntette a kísérleti állatokon hormónhiány következtében előállott tüneteket. *Collip* amerikai kutató vele csaknem egyidejűleg egy jóval tökéletesebb eljárást dol-

gozott ki. A jelenleg forgalomban lévő mellékpajzsmirigy-kivonatok majdnem mind ezzel az eljárással készülnek. *Collip* módszerének lényege a marha vagy ló mellékpajzsmirigyének 5%-os sósavoldatban főzése. A fehérjének és más szennyezéseknek megfelelő eltávolítása után egy igen erős hatású anyagot kapnak, melyet parathyrinnek neveztek el. E hormónnak közelebbi szerkezete még ismeretlen, készítői szerint sok tekintetben rokon a fehérjével. A kivonatok gyógyászati alkalmazásához még az is szükséges volt, hogy a hatásuk fokát megbízható mértékkel össze tudják más készítményekkel hasonlítani. Élettani úton ez is sikerült. Minthogy a nyulak ezzel a hormónnal szemben kevésbé érzékenyek, kutyaon végzik az összehasonlító kísérleteket. Egységnek tekintik a hatóanyagnak azt a mennyiségét, amely egy 20 kg testsúlyú kutya vérének kalciumtartalmát 5 óra alatt 0.5 gramm%-kal növeli. A gyakorlatban azonban ennek a túlnagy egységnek csak a századrészét szokták használni.

A csecsemőmirigy hormonját még nem ismerjük kellőleg. Olyan kivonatokat sem sikerült még készíteni, amelyek a csecsemőmirigy működési zavarai folytán beálló hormonhiány tüneteit jellemző módon és biztosan megszüntették volna, pedig *Oliver* és *Schäfer* már 35 évvel ezelőtt kísérletezgettek vizes csecsemőmirigykivonatokkal. A mirigykivonatoknak és a beszárított mirigyekből készült poroknak a kísérleti állatok vérébe vagy bőre alá fecskendezése nyomán észlelt tünetekről kiderült, hogy nem úgynevezett különleges, jellemző hatások. A gyógyászatban eddig leginkább a teljes mirigyekből feldolgozott szerek váltak be.

A hasnyálmirigy hatóanyagának felfedezése joggal tekinthető az újabbkori orvostudomány egyik legáldásosabb eseményének. A hasnyálmirigy tevékenységének a cukorbetegséggel (diabetes) összefüggését ugyan már 1889-ben igazolták *Mering* és *Minkowsky* kísérletei, *Ban-*

ting és *Best* kanadai kutatóknak azonban csak 1922-ben sikerült minden tekintetben megfelelő mirigykivonatot készíteniök. Említettük volt, hogy a hasnyálmirigynek csak az úgynevezett *Langerhans*-féle szigetei vesznek részt a hatóanyag képzésében. E szigetek tömege pedig aránylag igen csekély. A másik nehézséget az okozta, hogy a hasnyálmirigy külső elválasztású részében termelődő fehérjebontó erjesztő, a tripszin, magát a hormont is elbontja. *Banting* és *Best* azután úgy jutottak eredményhez, hogy kísérleti kutyáik hasnyálmirigyének kivezető csövét steril műtétrel lekötötték. A mirigynek külső elválasztást végző része e műtéti beavatkozás folytán működését kénytelen volt beszüntetni. Ennek az lett a hatása, hogy a nem működő sejtek lassankint elsorvadtak és elhaltak, úgyhogy végül csak a *Langerhans*-féle szigetek maradtak épségben. Később kiderült, hogy műtét nélkül is hozzá lehet jutni a szervezet termelte hormónhoz. Bizonyos fejlődési fokon ugyanis az embriók hasnyálmirigyének csak a belső elválasztású, tehát hormontermelő része van kialakulva, a külső elválasztású rész még nincs. Ilyen állati magzatok mirigyeiből is elő tudtak állítani hormont, más néven insulint. A módszer lényegéből következik, hogy ez a hatóanyag igen drága volt és a gyógyászatban csak igen szűk térre korlátozódott a használata. *Collip* dolgozott ki azután egy olyan módszert, mely a vágóhídi állatok hasnyálmirigyéből is tökéletes insulinkészítményt tud előállítani. A cukorbetegség, mely az a félelmetes, leküzdhetetlennek látszó betegség, mellyel szemben tehetetlenül áll az emberiség.

Az insulinnak nagyban előállítására többféle eljárást szabadalmaztak, melyek nagyrészt azon alapulnak, hogy az insulin könnyen kicsapható és bizonyos oldhatatlan anyagok felületéhez hozzátapad, adszorbeálódik. Erre az utóbbi célra főleg nagyfelületű szénkészítményeket szoktak használni. A kicsapás és újból feloldás műveleteinek

többszöri ismételése révén végül tiszta insulinhoz jutnak. Említésre méltó, hogy különböző növényekben is találtak a kutatók az insulinhoz hasonló hatású anyagokat. Az állati eredetű insulin csak vérbe vagy bőr alá fecskendezve tudja hatását kifejteni. A növényi kivonatokkal végzett kísérletek azonban azt mutatták, hogy ezek nemcsak az előbbi módon, hanem a szájon keresztül adagolva is alkalmazhatók. A növényi szerek vizsgálata egyelőre nincsen még olyan állapotban, hogy az embergyógyászatban használni tudnák őket. Érdekes már maga a tény is, hogy a növények a hormonok terén szintén igen hatékony anyagokat tudnak előállítani.

Az insulin vegyi összetételére és tulajdonságaira nézve eleinte szeltében azt hitték, hogy fehérje természetű vegyület. Később ennek ellentmondó tapasztalatokat tettek. Végül *Abel* és munkatársai 1927-ben kristályos insulint tudtak előállítani s ezzel a nem-fehérjeszerű természetet kétségtelenül beigazolták. Vizsgálataik szerint a kristályos insulin vegyi képlete $C_{45}H_{69}O_{14}N_{11}S + 3H_2O$. Látjuk tehát, hogy a szénhidrátokban rendszeren előforduló elemeken (szén, hidrogén és oxigén) felül nitrogént és ként is tartalmaz az insulin, mely tiszta állapotban fehérszínű, jól eltartható és hőálló anyag.

Az insulin hatásának mérésére a vér cukortartalmára gyakorolt csökkentő hatását használják fel. A *Banting* és *Best* bevezette régi egység az az insulinmennyiség volt, amely egy 2 kg testsúlyú, 24 órán át éheztetett nyúl vérének cukortartalmát a rendes értékről (kb. 0.1%-ról) 4 óra alatt 0.045%-ra csökkenti. Később a klinikákon ennek a túlnagy egységnek a harmadrészét használták újtorontói, klinikai vagy *Lilly* egység néven. Minthogy azonban a vizsgálandó anyag hatását igen sok tényező (a kísérleti állatok kora, neme, erőbeli állapota, a kísérlet évszaka és napszaka stb.) befolyásolja, a klinikai egységek nem határozhatók meg egészen pontosan. Ezért az

évek tolyamán minden nemzet, sőt egyes laboratóriumok is külön egységeket vezettek be a saját használatukra. Az ebből származó nehézségek kikerülésére a Nemzetek Szövetségének nemzetközi élettani standardbizottsága 1925-ben egy új, nemzetközileg elfogadott insulinegységet állapított meg. Ebből a célból Dale, a londoni National Institute for Medical Research tagja egy alap (standard) oldatot készített s belőle minden tagállamnak küldött mintát. A nemzetközi egység az a vércukrot csökkentő hatás, melyet ennek az alapoldatnak egy nyolcad milligrammja kivált. Ez körülbelül megegyezik a klinikai egységgel. Az insulinkészítmények hatásfokát úgy határozzák meg a laboratóriumok, hogy egy csoport nyúlnek megfelelő körülmények között az alapoldatból, egy másik csoportnak pedig azonos körülmények között a kérdéses készítményből ugyanolyan mennyiséget fecskendeznek a bőre alá vagy a vérébe. Azután fél-, egy- vagy kétórás időközökben vérmintát vesznek belőlük és megállapítják, hogy vérük cukortartalma mennyire csökkent. Természetesen ennek a módszernek is vannak hibái, amelyek azonban annál kisebbek, minél több nyulat áldozunk fel kísérleti célra. Ötven nyúl felhasználása esetében 15% a szokásos hiba. Az «*insulin Lilly*»-t, melynek csak 5% a hibahatára, többszáz nyúlra próbálják ki.

A cukorbeteg kezelésén kívül az utóbbi időben igen jó eredménnyel használják az orvosok az insulint hizlalókúráknál. Azt tapasztalták ugyanis, hogy nemcsak az étvágyat fokozza igen jelentősen, hanem megfelelő körülmények között a felvett tápláléknak kihasználási fokát is lényegesen növeli, tehát kettősen befolyásolja a szervezet utánpótló tevékenységét. Újabban már insulin adagolása nélkül is tudnak insulinos hizókúrákat tartani. Saját magunkon is tapasztalhattuk már, hogy szénhidrátokban dús ételek élvezete után aránylag gyorsan különös éhségérzet lép fel és főleg édességek után kívánczunk ilyen-

kor. Talán éppen ezért szoktak a főétkezés után néhány órával már kávét és édes süteményeket adni uzsonnára. Ennek az éhségérzetnek a fellépését azzal magyarázzák, hogy a szénhidrátban gazdag táplálék felszívódása folytán a vér cukortartalma jelentősen megnő. A hasnyálmirigyben ennél fogva erőteljes insulinképzés indul meg, hogy a vér cukortartalma a rendes mértékre csökkenjen. A kellő csökkentés után azonban még elég sok insulin marad a vérben, a mirigy ugyanis nem tudja azonnal megállítani a fokozott iramot. A fölös insulin munkát keres, éhségérzetet támaszt tehát a szervezetben, hogy további szénhidrát, vagy cukor kerüljön a vérkeringésbe. Ezt az étvágynövesztő hatást még erőteljesebbé tehetjük azzal, hogy a szénhidrátokat már készen adjuk a szervezetnek abban az alakban (szőlőcukor alakjában), amelyben a vérben kering. Ezáltal tudniillik még az átalakításhoz szükséges energiát is megtakarítja a szervezet. Szőlőcukornak, illetőleg szőlőcukortartalmú táplálékoknak megfelelő arányú felvételével tehát nagyon jóhatású insulinos hizókúrát végezhetünk a szervezet insulinképző erejének felhasználásával, minden külső insulinadagolás nélkül. Az insulinnak túladagolása könnyen belátható okokból káros a szervezetre, a vér cukortartalmát ugyanis jóval a rendes mérték alá csökkentheti, ezért mindenféle insulinkúra csak kellő orvosi felügyelet mellett vezethet jó eredményre.

A mellékvesék velőállományának hatóanyaga, az *adrenalin* vagy *suprarenin* a legrégebben ismert hormonok egyike. A bordeauxi Tudományos Akadémia 1716-ban még nem adhatta ki a mellékvesék feladatának tisztázására kitűzött díjat egyik pályázónak sem, mert nem tudtak kielégítő választ adni a kérdésre. Ma már lényegesebben többet mondhatunk feladatukról, de teljesen megoldottnak nem tekinthetjük a problémát. Tiszta adrenalin először 1901-ben állított elő egymástól függet-

lenül *Takamine* és *Aldrich* a mirigynek besűrített vizes kivonatából. Három év múlva *Stolz* német kutató már mesterséges adrenalint is tudott készíteni. Vegyi összetétele $C_9H_{13}O_3N$. Hogy a szervezetben milyen módon és milyen szerves vegyületekből épül fel, azt még nem derítették ki a kutatók. A gyógyászatban és az orvosi gyakorlatban igen széleskörű az adrenalin használat. A helyi érzéstelenítés alkalmával például az érzéstelenítést végző, úgynevezett infiltrációs folyadékhoz azért adnak adrenalint, hogy a gyorsan múló idegbénító hatást ezzel meghosszabbítsák. Az adrenalin ugyanis azonnal összehúzza a vérereket, az érzéstelenítő folyadék tehát csak igen lassan tud a vérkeringésbe jutni s így az adagolás helyéről eltávozni. Az erek szűkítése révén az esetleges vérzés is igen kis mértékre csökkenthető. Az adrenalin hatásmódjának vizsgálatánál kiderült, hogy főleg a *nervus sympathicus* nevű ideg működését serkenti, tehát a szívverést élénkíti, az ereket szűkíti s a vérnyomást növeli, de a bélmozgást lassítja. Itt említhetjük meg, hogy a mellékvese kéregállományában külső elválasztási nedv alakjában képződő *cholin* ezzel éppen ellentétes hatású. Ez ugyanis a *nervus vagus* nevű ideg tevékenységét növeli, a szív munkáját és az érverést lassítja, az ereket tágítja s a vérnyomást csökkenti, a bélmozgást ellenben élénkíti. Rendes körülmények között tehát az adrenalin és a cholin hatásának egymással egyensúlyban kell lennie. A kutatók szerint e két vegyület hatása annyira azonos az említett idegek befolyásával, hogy bizonyos körülmények között át is veszik az idegek szerepét. A feltevés az, hogy az idegek csak rövid, átmeneti inger átvitelére képesek. Ha tehát hosszabb ideig tartó befolyásra van szüksége a szervezetnek, akkor az ideginger helyett a mellékvese velő- és kéregállományában termelt vegyi anyagok irányítják a megfelelő szervek tevékenységét. Az előbbieket működését eszerint egy elektromos szikrához, az utóbbiakét

pedig tartós elektromos áramhoz hasonlíthatnók. Mindenesetre érdekes berendezkedése a természetnek, hogy ugyanabban a kicsiny szervben, a mellékvesében közvetlenül egymás mellett állítja elő ezt a két egymással ellentétes hatású irányítóanyagot, talán éppen azért, hogy szükség esetében közel legyen az egyensúlyt helyreállító ellenméreg.

Nemcsak a cholin fejt ki az adrenalinnal ellentétes hatást. Említettük már az insulinnak vércukorcsökkentő befolyását. A kutatók megállapítása szerint az adrenalin a vér cukortartalmát növelni igyekszik azért, hogy a máj tartalékglikogénjét mozgósítsa. A két hormon összeműködésének eredménye a vér körülbelül 0.1% körül mozgó cukortartalma az egészséges szervezetben. Túláságosan nagy insulinadagoknak káros hatását tehát adrenalin befecskendezésével lehet ellensúlyozni.

Az agyfüggelék termelte színváltozási vagy éji hormon szerepe bizonyos fokig szintén ellentétes az adrenalin hatásával. Az adrenalin mennyisége a vérben ugyanis éppen akkor éri el a legkisebb mértéket, úgy hajnali négy óra tájban, amikor az éji hormon csúcspontján áll. Láttuk, hogy az adrenalin a vérkeringésre milyen fontos befolyást gyakorol. Érthető tehát, hogy a szervezetnek legkritikusabb ideje az, amikor az éji hormonnal szemben az adrenalin mennyisége jelentősen csökken. Természetesen az ellenkező véglet, az adrenalin túlságosan nagy mennyisége meg azért káros, mert a szívet erősen igénybeveszi. Egyesek szerint a nagy felindulásban, ijedtség vagy váratlan öröm alkalmával érzett szorongást a mellékvese által hirtelen termelt sok adrenalin váltja ki s ez bizony néha szívbénuláshoz vezethet !

Hogy az adrenalin milyen elképzelhetetlenül hatásos hormon, azt talán abból megérthetjük, hogy állatkísérletek tanúsága szerint a béka szívének már $1 : 10^{18}$ hígítású adrenalinoldat is észrevehető elváltozásokat okoz ! Ezt

a bámulatos arányt a német kutatók úgy próbálták érzékeltetni, hogy $1 : 10^{11}$ vagy másszóval százezermilliószoros hígítás azt jelenti, hogy egyetlen grammnyi adrenalin feloldásához a kétmillió liter ürtartalmú legnagyobb berlini víztornyot ötvenszer kellene egymásután lecsapolni, hogy a kellő vízmennyiséghez jussunk! Az egészséges ember vérében ezermilliószoros hígításban kering az adrenalin rendes körülmények között. A felnőtt ember teste tehát körülbelül 12·5 milligramm hormont tartalmaz. A legpontosabb emberi műszereket messze felülmúló érzékenységgel kell tehát működnie a piciny mellékvesének, hogy a szervezetben az adrenalinnak mennyisége az említett határokon belül maradjon.

Az adrenalinral foglalkozó kutatók még azt az érdekes tapasztalatot tették, hogy ennek a hormónnak hatása nincsen csupán az emberre s az állatvilágra korlátozva. Egyes növényeknek, például a napraforgónak «vényomását», azaz a sejtjeiben keringő nedv nyomását az adrenalin már egymilliószoros hígításban is befolyásolni tudta. Közele a rokonság tehát a növényvilág és állatvilág szervezetének egyes berendezkedései között. Említésreméltó még az az észlelés is, hogy a béka bőrének festéksejtjeire ugyancsak összehúzó hatást gyakorol a befecskendezett adrenalin s az összehúzódásnak az a következménye, hogy a kezelt béka bőre egészen elhalványul. Ezzel szemben például egyes mélytengeri halak testének felülete adrenalin befecskendezésére világító sugarakat kezdett kibocsátani. Valószínűnek látszik, hogy a mély tengerek világának csodálatosan sokféle világító hala valami az adrenalinhoz közelálló vegyületet használ a fénysugarak előállítására.

Hogy az adrenalin egyetlen hormonja-e a mellékvese velőállományának, az ma nagyon kétségesnek látszik. A velőállomány műtét útján eltávolítása következtében jelentkező hiánytüneteket és szervezetbeli zavarokat

ugyanis adrenalinkezeléssel nem sikerül teljesen megszüntetni. A legújabb kutatási eredmény a *novadrenin* nevű hormon felfedezése, amelynek közelebbi tulajdonságai még nincsenek ugyan tisztázva, de annyit már megállapítottak, hogy legalább tizenötszörte hatásosabb az adrenalinnál, úgyhogy egyes kutatók szerint ez volna a valóállomány igazi hormonja.

A mellékvese kéregállományának hormonját sokáig csak többé-kevésbé hatásos kivonatok alakjában sikerült előállítani. Később azután amerikai és német kutatók annyira tiszta kivonatokhoz jutottak, hogy a gyógyászatban jó eredménnyel tudták felhasználni ezt a *cortin*-nak (cortex latinul = kéreg) elnevezett hormónkészítményt a rettegett bronzkór kezelésére. Végül *Kendall* amerikai kutató kristályos alakban is előállított tiszta cortint, úgyhogy rövidesen sikerülni fog ezt a hormont is mesterséges felépítés útján gyárilag elkészíteni.

A női nemi mirigyek termelte hormonok közül az egyik a női nemi hormon, petefészek-hormon vagy tüszőhormon nevet kapta. Kiderült azonban, hogy ezt a hormont nemcsak a petefészkek termelik, hanem a terhesség alatt a méh falához tapadó méhlepény is, mely tulajdonképpen az anya és a magzat teste között közvetíti a nedvek keringését. A terhes nők szervezetében ezért lényegesen több van ebből a hormónból, melynek fölös mennyisége a vizeletben távozik a testből. A hormont tehát eleinte főként a női klinikákról és szülőotthonokból szerzett vizeletből állították elő. Később rájöttek a kutatók arra, hogy a terhes kancák vizelete még bővebb forrása a hormongyártásnak, mert egyetlen kanca annyi hormonnal tudja őket ellátni, mint 1500 terhes nő. Az előállítás gyakorlati megoldását nagyon megkönnyítette azután az a körülmény, hogy sikerült igen megbízható élettani reakciót találni a női nemi hormon pontos meghatározására. Az eljárás azon alapszik, hogy a nemileg érett, de petefészkétől mű-

téttel megfosztott patkány-nőstények a nemi hormon mesterséges adagolására üzekedni kezdenek. Az ehhez éppen szükséges legkisebb hormónmennyiséget fogadták el a hormónmérés egységéül s patkányegységnek nevezték el. Ilyen egér- és patkányegységekben mérve a női vizeletben rendes körülmények között néhány száz, terhes nőkében körülbelül tízezer, terhes kancákéban pedig közel egymillió egységnyi hormon van literenkint. Értethető tehát, ha a hormónkészítők főleg ezt a dús anyagot keresik az utóbbi időben. Megfelelő besűrítés, kivonás, lecsapás és tisztítás után különféle készítményeket állítottak belőle elő, sőt *Doisy* amerikai és *Butenandt* német kutatóknak már kristályos alakban is sikerült a női nemi hormont kiválasztaniok, úgyhogy a vegyi összetétele és tulajdonságai szintén tisztázhatók voltak. Kiderült, hogy ez a szénből, oxigénből és hidrogénből álló szerves vegyület a feltevésekkel ellentétben aránylag ellentálló s a 150°C -ot a lepárlásnál elbomlás nélkül kibirta. A kutatók szerint nem egységes, hanem vegyileg rokon csoportokból összetett vegyületek ezek. Az *alpha-tüszőhormon* pl. $\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{O}_2$, a *tüszőhormónhydrát* $\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{O}_3$, a kancavizelet hatóanyaga pedig az *equilenin*: $\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{O}_2$ összetételű. A további vizsgálódás arra a meglepő eredményre vezetett, hogy nemcsak a fentemlített emberi és állati anyagokban, hanem növényekben, sőt ősnövényekben, tőzegben, barnaszénben, kőszénben és petróleumban is megtalálható ez a hormon! A növényekből kivonható hormonszerű anyagnak a tüszőhormónnal azonosságáról sok vita folyt, míg végül 50 kg pálmamagolajpogácsából sikerült 18 milligrammnyi tiszta anyagot kiválasztani. Ez azután elegendő volt ahhoz, hogy vegyi, fizikai és élettani vizsgálatok útján megállapíthassák a kutatók, hogy teljesen azonos a tüszőhormónnal. Ugyanilyen eredménnyel járt a szénből kivonható hatóanyagok részletes vizsgálata. A westfáliai kőszén korát például 120 millió

évre becsülik a benne található radioaktív bomlástermékek mennyisége alapján. Ennek ellenére még hatóképes állapotban vannak benne az őskori erdők növényzetéből eredő női nemi hormonok. Ennél jobb bizonyíték már nem is kell ezeknek a hormónanyagoknak ellentállósága mellett! Hogy a tüszőhormón csodálatos hatóképességét még jobban megvilágítsuk, megemlíthetjük, hogy a hormónnak kristályos állapotban előállításával bizonyos fokig szükségtelenné vált az előbb leírt patkányegységnek használata, mert a tiszta anyagot már súly szerint is lehet kellőképpen adagolni. Hogy azonban a tiszta készítmény hatásfokáról fogalmunk legyen, közöljük, hogy egy patkányegységnek a tiszta, kristályos hormónnak nyolc milliomod grammja felel meg, egyetlen gramm ilyen anyaggal tehát kereken 30—40 millió nősténypatkány nemi tevékenységét lehet serkenteni. A tüszőhormón kivonatait és a tiszta készítményt különben igen elterjedten használják a nőgyógyászatban.

A másik női nemi hormón a sárga test hatóanyaga, mely a *lutin* vagy *luteohormón* nevet kapta. *Slotta* német kutatónak sikerült ezt a hormont első ízben tiszta kristályos alakban előállítani s a vegyi összetételét tisztázni ($C_{21}H_{30}O_2$). A nőgyógyászatnak ez a hormón is ma már nélkülözhetetlen segédeszköze. Igen sok szervezetbeli zavar vagy betegség esetében tulajdonképpen csak azt kell a szakorvosnak eldöntenie, hogy a tüszőhormónnak vagy a sárga test hormonjának rendellenes mennyisége okozza-e a bajt s mindkét esetben kéznél van a megfelelő, hatásos orvosság. Eddig természetesen aránylag nehéz volt ez utóbbi hormónhoz hozzájutni, mert csak állati sárga testekből lehetett a készítményeket előállítani. A vegyi összetétel kiderítésével azonban a mesterséges felépítés legnagyobb akadályai elhárultak, úgyhogy *Butenandt* német kutató nemrég közölni tudta, hogy sikerült neki laboratóriumában a lutint mesterségesen előállítani.

A gyári termelés tehát rövidesen ugyancsak megoldható lesz, ami a készítmények lényeges olcsóbbodását fogja előidézni.

A férfi nemi mirigyek hormonjával már sokkal nehezebb dolguk volt a kutatóknak. Magukból a mirigyekből gyakorlatilag szinte lehetetlen volt a hormont elválasztani, a férfi vizelet pedig távolról sem az a bő hormonforrás, mint a terhes asszonyoké, vagy a terhes kancáké. Serdülő fiúk és aggastyánok vizeletében egyáltalán nincs is ilyen hormon, a felnőtt férfiéban pedig olyan elenyésző csekély a mennyisége, hogy egyetlen grammjának összeszedéséhez körülbelül kétmillió liter vizeletet kell feldolgozni. Megfelelő besűrítés és dúsítás révén azonban mégis sikerült ezt a hormont is tiszta, kristályos alakban kitermelniök a fáradhatatlan kutatóknak. A vegyi szerkezet megállapításakor kiderült, hogy ez az *androsteron*-nak elkeresztelt szerves vegyület igen közeli rokonságot mutat a tüszőhormonnal. Az androsteron vegyi képlete : $C_{19}H_{30}O_2$, a hozzá közelálló dehydro-androsteroné pedig : $C_{19}H_{28}O_2$. Talán ez a közeli rokonság az oka annak a már említett érdekes ténynek, hogy ez a két hormon mindig együtt van jelen a férfi és a női szervezetben. A vegyészek a sterinek csoportjába sorozzák őket. Ezek a sterinek a természetben igen elterjedt anyagok. A sejtek élettevékenységében igen fontos szerepet játszanak. Ebbe a csoportba tartozik például az epében található cholesterol, továbbá a D és E-vitamin, meg egyes növényi mérgek is. A férfi nemi hormon hatásfokának megállapítására szintén találtak élettani módszert. Kappanokon ugyanis ilyen hormon adagolására hatalmas taraj fejlődik ki. Egységnek azt a hormónmennyiséget választották, amely 10 napon át naponta befecskendezve 10 milliméterrel tudja megnöveszteni a kappan taraját. A kristályos hormón olyan erős hatású, hogy belőle egy milliomod grammnyi két nap alatt 35%-kal növeszti a kappan

taraját. Újabban egy még ennél is érzékenyebb kimutatási eljárást találtak a hormónkutatók. Kiderült ugyanis, hogy a szivárványos ökle (*Rhodeus amarus*) nevű, igen elterjedt édesvízi halacska a férfi nemi hormon hatására színekben pompázó, csillogó nászruhát ölt magára. Ez az 5—8 cm hosszú kis hal egyébként csak az ívás idején kapja ezt a díszítést. Has- és hátuszonya villogó pirosszínűvé, hasa és melle pedig sötétebbé válik ilyenkor. A hormónkutatók a kísérleti halacskákat műtéttel kasztrálják. Az ilyen halak természetesen nem érzik meg az ívás időszakát. A pompázó nászruha csak hormon adagolására jelenik meg rajtuk. A férfi nemi hormónnak azt a legkisebb mennyiségét nevezték el «hal-egység»-nek, amely a szivárványos öklén négy-öt óra hosszat tartó nász-színeződést tud előidézni.

Amikor a hormónkutatók a fentemlített élettani kísérletekkel kezdték ellenőrizni a forgalomban lévő különböző készítményeket, meglepetve tapasztalták, hogy a legtöbbjük bizony csak elenyésző mennyiségben tartalmazza a férfi nemi hormont s ezért olyan eltérők a hormonkezeléssel elért eredmények. Az orvosok igyekeztek arra törekedni, hogy minél hatásosabb szerek álljanak rendelkezésükre s ne legyenek kénytelenek aránylag csekély javulás elérhetésére igen nagymennyiségű hormónkivonatot alkalmazni. Ez a kívánságuk nemrég teljesült, *Ruzicka* zürichi kutató mesterséges androsteront tudott előállítani, úgyhogy ma már ez a hormon is aránylag nem túlnagy áron a kellő tisztaságban és hatásfokban rendelkezésünkre áll.

Nem szabad természetesen túlzásba mennünk a hormon-gyógykezelés értékelésében. Egyáltalán nem az a «bölcsek köve» ez, amelyet a középkorban annyi ember keresett lázasan, költséget és fáradságot nem kímélve. Az öregséget nem lehet vele sem elkerülni, sem megszüntetni. A jó öreg *Brown-Sequard*, a hormonkezelés tulaj-

donképpení úttörője az említett, feltűnéstkelő párizsi tudományos ülés után alig öt évvel követte őseit, a herekivonatok befecskendezése csak ideig-óráig tudott elfáradt testében egy kis frisseséget kelteni. Másrésről azonban tagadhatatlan, hogy az orvostudományban a hormónokkal gyógykezelés korszakalkotó jelentőségű s a régen gyógyíthatatlannak vagy megmagyarázhatatlannak hitt betegségek tekintélyes része szinte egészen könnyű «esetté» válik a képzett szakorvos kezében.

A nemi hormónok adagolása bizonyos fokig a nemi ösztönre is fokozólag hat. Sok ilyen zavart orvosoltak hormónkivonatokkal ezen a téren. Itt sem kell azonban a középkori varázslók «szerelmi varázsszerei»-vel összehasonlítanunk a hormónkészítményeket. A testi vonzalmat talán elő tudják ezek a szerek idézni, de az ilyen érzés egészen általános jellegű. Magát a költők ezrei által annyiszor megénekelt ősi érzelmet, a szerelmet — tehát kizárólag egyetlen férfi vagy nő iránti lángoló vonzalmat — sem hormónokkal előidézni, sem ezek hatásával megokolni nem tudjuk. Ez megmaradt az emberi lélek örök rejtélyének.

7. A hormónkutatás módszerei.

A hormónkutatás kísérleti módszere bizony meglehetősen nehéz, nagy körültekintést, figyelmet igényel a munkánál és éles kritikát meg tén még nagyobb óvatosságot a kapott eredmények értékelésénél. Az állatkísérletekhez rendszeren minden tekintetben egyenlő, lehetőleg ugyanabból a tenyészcsaládból származó, ikertestvér állatokat szoktak kiválasztani. Ezek közül egyet, vagy többet kellő ellenőrzés céljából minden beavatkozástól mentesen, de egyébként a többiekkel teljesen azonos körülmények között szoktak tartani. A kísérlet eredménye természetesen annál megbízhatóbb és pontosabb, mennél több kísérleti

állatot áldozunk fel a tudomány oltárán. Megfelelő kísérleti állatok tenyésztése persze elég költséges mulatság, úgyhogy az alkalmazható kísérleti állatok számának rendszeren az anyagiak szabnak határt.

A kísérletek egyik típusában a vizsgálandó mirigyet (vagy párosan előforduló mirigyek esetében mindkettőt) lehetőleg tökéletesen eltávolítják műtét útján. A mirigy vagy mirigyek termelte hatóanyagok tehát nem juthatnak így a szervezetbe. A hormónhiány okozta zavarokat az ellenőrzésül szolgáló egészséges állatokkal összehasonlítás révén lehet aztán észlelni. A kísérlet második időszakában, amikor a jellegzetes hiánytünetek már kellően jelentkeztek, vagy egy ép állatból származó ugyanolyan mirigyet ültetnek át a kísérleti állat szervezetébe, vagy pedig a mirigy kivonatát vagy tisztán előállított hatóanyagát fecskendezik be. Döntő bizonyíték, ha ilyenkor az előbb észlelt zavarok és más tünetek elmúlnak.

A kísérletek másik típusában érintetlenül hagyják a kutatók a vizsgálat alá vett mirigyet és vagy még egy ugyanolyan mirigyet ültetnek át egy másik állatból a kísérleti állat szervezetébe, vagy pedig hosszabb időn át a mirigy kivonatát vagy tiszta hatóanyagát adagolják neki. Ezáltal természetesen olyan hatás jön létre, mintha a vizsgált mirigy fokozott működést fejtene ki, vagyis túlságosan sok hormon jut a szervezetbe. Az állatkísérletek közben szerzett tapasztalatokból azután bizonyos megfontolások figyelembevételével az emberre gyakorolt valószínű hatásra szoktak következtetni és kellő óvatossággal megkezdhetik annak kipróbálását, hogy a kérdéses szer alkalmazható-e az emberi gyógyászatban. Az állatkísérletek eredményeinek és az emberi betegeken végzett megfigyeléseknek értékelését azonban két körülmény teszi igen nehézé. Az egyik az a már említett helyzet, hogy a mirigyek termékeinek hatásmódját és hatásmechanizmusát alig ismerjük. A másik meg az, hogy

maguk a mirigyek is olyan szoros kapcsolatban vannak egymással, hogy egymás működését igen jelentősen befolyásolják. Egyetlen mirigynek műtéttel eltávolítása vagy megbetegedése a szervezet egész belső elválasztású rendszerét megváltoztathatja. Sokszor tehát igen nehéz megállapítani, hogy a megfigyelt változásokat csak a vizsgált mirigy idézte-e elő, vagy résztvett a tünet mutatkozásában valamelyik vele összefüggő másik mirigy is.

Hogy a hormonok hatásmódjának kikutatásánál milyen elképzelhetetlen sok megoldatlan kérdés tolul az emberi tudásvágy elé, azt egyetlen, talán nem is olyan nehéznek látszó példával igyekszünk *Klobusitzky* nyomán megvilágítani. Láttuk volt, hogy a calciumnak a szervezetben való anyagforgalmánál egy hormon fejt ki irányító tevékenységet. Sokszor az olyan szervezetben sem fejlődnek ki kellőképpen a csontok, amelyben pedig fölös mennyiségben vannak csontképzésre alkalmas mészsók. Annyi tény, hogy a csontok általában (kevés kivételtől eltekintve) porcogóból fejlődnek ki olyan módon, hogy a porcban mészsók rakódnak le s azt elcsontosítják. Ennek a folyamatnak tökéletes megvalósulásához azonban nem elegendő a mészsók pusztá jelenléte, továbbá zavartalan vérkeringés, beidegzés stb., hanem a hormonok irányítása is elengedhetetlen. Hormonok nélkül tökéletlen, rossz az elcsontosodás és ilyen is marad mindaddig, míg a hiányzó hormont kellőleg nem pótoljuk. Vizsgáljuk meg tehát közelebbről, mi szerepe lehet a hormónnak ennél a folyamatnál. Már eleve kétféle eshetőség áll előttünk: Vagy a calciumon, vagy pedig a porcsejteken keresztül fejt ki a hormon irányító hatását. Az előbbi esetben feltehető, hogy csak a hormon tudja a calciumot a sejtek által felhasználható vegyületté alakítani vagy az sem lehetetlen, hogy a hormon a szó szoros értelmében irányítja, vezeti a calciumot a szervezetben oda, ahová mennie kell s ahová magától nem tudna eljutni. Az utóbbi esetben is legalább

kétféle magyarázatra gondolhatunk. A hormónnak a sejtekkel való kapcsolata állhat ugyanis abban, hogy a sejtek falának átjárhatóságát befolyásolja, nélküle tehát nem tud a calcium azokon áthatolni. Nincs kizárva azonban az sem, hogy a hormon valamilyen egyelőre ismeretlen anyagforgalmi mérgeket közömbösít s hormónhiány esetében azért marad el a csontképzés, mert a méreggel telített szervezetet nem szabadítja meg a hormon ezektől a bomlástermékektől.

Ez az egyetlen hormonhatás ennyiféle magyarázatra ad lehetőséget, pedig nem is terjeszkedtünk ki valamennyi eshetőségre, hiszen az idegrendszer útján igen sok közvetett hatásról is szó lehetne. A további kutatásnak ebben az irányban tehát igen tág tere nyílik.

8. A hormonhatások zavarai.

Az előbbieken láttuk, hogy bizonyos hormontermelő mirigyeknek eltávolítása (tehát mesterségesen előidézett hormónhiány) vagy a meglévő mirigy mellett a hatóanyag-nak a szervezetbe bevitele (tehát mesterségesen előidézett hormónfölösleg) az egészséges szervezet működésétől eltérő, többé-kevésbbé súlyos tüneteket okoz. Nagyjából ugyanilyenfajta működési zavarok mutatkoznak a belső elválasztás szerveinek megbetegedésekor is. A zavarok általában kétfélék lehetnek. Vagy több (*hyperfunkció*), vagy pedig kevesebb (*hypofunkció*) hormon termelődik, mint amennyi a szervezet rendes működéséhez szükséges volna. Egyes kutatók még egy harmadikfajta megbetegedési lehetőséget is feltételeznek. Ez abból állna szerintük, hogy a hormontermelő mirigyek nem a megfelelő anyagokat termelik, ezeket a tüneteket *dysfunkció*knak nevezik. Nagyon valószínűnek látszik ugyan ez a feltevés, de bebizonyítva még nincsen. A beteg embereken észlelt zavarok tünetei mégsem teljesen azonosak az állatkísérleteken

észleltekkal. Az emberi szervezet ugyanis fejlettebb az állatinál, ennél fogva jóval érzékenyebb is annál. Ezenkívül pedig a kísérletek alkalmával végzett műtéti beavatkozásoknál a mirigy működése azonnal megszűnik minden átmenet nélkül. Megbetegedéskor ezzel szemben rendszerint lassan következik be a változás, a szervezetnek tehát kellő módja és ideje van a zavar ellensúlyozására. A hormonzavarok okozta tünetek legnagyobbbrészt az orvostudomány körébe vágnak, ezen a helyen elegendőnek tartjuk a betegségeknek a hormonok tárgyalásánál követett csoportosítás keretében leendő felsorolását.

a) A hosszirányú növekedést szabályozó hormonok termelő mirigyei okozta zavarok.

Az agyfüggelék elülső lebenyének fokozott működése okozza az úgynevezett óriásnövést (*akromegália*), mely felnőtteknél, és a *gigantizmust*, amely gyermekeknél fordul elő.

Az ellentétes zavar, a csökkent hormónelválasztás meg az úgynevezett törpenövést (*infantilizmust*) idézi elő.

A csecsemőmirigy fokozott vagy csökkent működéséről nem sok pontos adatunk van, mert ilyenkor rendszeren a többi mirigy belső elválasztása is igen nagy mértékben meg van zavarva s ezért nehéz megállapítani, hogy az észlelt tünetek közül melyik irandó a csecsemőmirigy rendellenes működésének terhére.

b) Az anyagforgalmat befolyásoló hormonokat termelő mirigyek okozta zavarok.

Az agyfüggelék középső és hátsó lebenyének fokozott vagy csökkent működése okozta önálló megbetegedést nem ismerünk. Egyes kutatók szerint a már említett vizes cukorbetegség (diabetes insipidus) ide tartoznék, de az sem lehetetlen, hogy idegrendszeri zavar okozza.

A pajzsmirigy dysfunkciójának következménye a *Basedowkór* néven ismert betegség (morbus Basedowii). Ugyanennek a hormónnak csökkent vagy teljesen megszűnő elválasztása viszont a *mixoedema* nevű kórt váltja ki, melynek legjellemzőbb tünete a bőr alatti kötőszövetnek nyálkásvízenyőssé válása.

A mellékpajzsmirigyek fokozott hormontermeléséről alig van az orvosi irodalomban adat. Csontdaganatok és izomgyengeség szokott ennek folytán mutatkozni. A csökkent vagy egészen hiányzó hormontermelésnek az úgynevezett tetania parathyreopriva nevű betegség a következménye, melynek a görcsökre hajlandóság és a mészanyagcsere zavara a főtünete.

A hasnyálmirigy hormonjának, az insulinnak fokozott termelése ú. n. hyperglykaemiás tünetekkel járó, eddig kevésbé ismert megbetegedés. A csökkent insulintermelésnek a cukorbetegség (diabetes mellitus) néven ismert betegség a folyamánya, mely egyike a legrégebben előforduló és legtöbbet tanulmányozott kóroknak.

A mellékvesék kéregállományának fokozott hormontermelése igen ritka. Tüneteit a nemi szervek túlkorai fejlődése és a rendkívül erős szőrözöttség jellemzi, erről kapta nevét is a bozontoság (*hirsutismus*). A csökkent hormontermelés előfordulásáról nincsen adatunk.

c) Az akaratunktól független idegrendszerre ható hormont termelő mirigy zavarainak következményei.

A mellékvesék velőállományának fokozott adrenalin-termelése igen ritka megbetegedés, melyet magas vérnyomás és korai érlelmeszedési tünetek jellemeznek. A csökkent működés nem fordult még elő, mint önálló elváltozás.

d) A nemi működésben szerepet játszó hormonokat termelő mirigyek működési zavarai.

A tobozmirigy fokozott működéséről, mint betegségről nem tudunk. Csökkent működése előfordult ugyan, de a tünetek nem jellemzők és valódi okuk még nincsen teljesen tisztázva. Néha daganatképződés miatt áll elő a csökkent működés, ez okozza pl. a korai ivaréretést (pubertas praecox).

A tulajdonképpeni nemi mirigyek fokozott működése okozza a nemi szervek túlságos fejlettségét (*hypergenitalismus*) és a fokozott sexualitást (*satyrismus*, *nymphomania*). A csökkent működés következményei közül a kasztráltakhoz hasonló magas növény és hosszú végtagfejlődés (*eunuchoidizmus*, *kasztratoidizmus*) és a részleges fejletlenség (*infantilismus partialis*) ismeretes.

A nemi mirigyek működési zavarainak harmadik alakja az úgynevezett csiraság (*hermafroditizmus*), midőn ugyanazon egyén mirigyei mind a kétféle nemi mirigyet termelik. Ennek eddig csak egyetlen esete ismeretes. A nagyközönség inkább azokról a külső, álhermafroditizmusokról tud, amelyeknél a külső nemi szervek, a másodlagos nemi jelek, a nemiösztön, szokás, életmód stb. ellentétesek voltak a szervezetben meglévő nemi mirigyek fajtájával. A nemiösztönnek egy közismert rendellenességét, a hasonneműek iránt érzett vonzalmat (*homosexualizmus*) nem lehet hormonzavarokra visszavezetni.

e) Több hormónból álló csoportok működési zavarai.

Említettük már a belső elválasztású mirigyek egymással igen szoros kapcsolatát. Előfordulhat tehát több mirigy egyidejű működészavara is, melyek közül több ismeretes.

Az agyfüggelék elülső és hátsó lebenyének egyidejű

megbetegedése részben a már említett akromegaliát és gigantizmust, részben pedig a *Fröhlich-féle betegséget* (dystrophia adiposo-generalis) vagy a *Simmonds-kórt* (kachexia hypophyseopriva) okozhatja.

A mellékvesék kéreg- és velőállományának egyidejű elégtelensége, azaz mindkét rész hormontermelésének csökkenése a *bronzkórt* (morbus Addisonii) idézi elő.

Előfordulhat ezenkívül a mirigyek nagyobb csoportjára (agyfüggelék, pajzsmirigy, mellékvesék és nemi mirigyek) kiterjedő csökkent működés, melynek természetesen igen súlyos általános szervezeti zavar a következménye, de ez szerencsére igen ritka megbetegedés.

9. A hormonok orvosi alkalmazása.

A hormonokat gyógyszerként (úgynevezett organoterápia) ma három különböző okból alkalmazzák az orvosok a betegeken. Felhasználják őket gyors (szaknyelven heveny) hatások elérésére, igénybeveszik a hatásukat nem szoros értelemben vett belső elválasztás okozta betegségek kezelésére s végül velük pótolják a belső elválasztású mirigyek csökkent működése folytán a szervezetben előálló hormonhiányt.

Az első csoportba tartozik a gyors hatású adrenalin s az agyfüggelék kivonatai.

A másik csoportból az insulinnak hízókéráknál, étvágygerjesztésnél, hányinger elmulasztásánál alkalmazását említhetjük, mint nem belső elválasztás okozta tünetek elleni gyógykezelést.

A harmadik alkalmazási csoport, a hormonpótlás volna a valódi hormongyógykezelés. Ezen a téren az utóbbi években az orvosi és a gyógyszerkészítő tudomány rengeteget haladt. Egyetlen hátránya ennek a módszernek, hogy a szervezet rendes állapotát nem tudjuk ilyen, úgyszólván durva beavatkozással még csak meg

sem közelíteni. Egészséges mirigyek ugyanis csak a pillanatnyilag szükséges igen csekély mennyiséget termelik a hormonokból. A mesterséges hormónpótlás esetében pedig szakaszosan, egyszerre, aránytalanul nagy fölössel árasztják el a beteg szervezetet. Rövid ideig tartó fokozott szervműködés áll elő, de a gyorsan bomló hormonok hatása csak ideiglenes, nem javít a csökkent mirigytevékenységen. Tökéletes hormóngyógykezelést a mirigyátültetések gyakorlati kivitelének megfelelő kidolgozásától lehet majd várnunk. Addig mindenesetre a múltó gyógyhatás is nagyon áldásos a szenvedő betegek százaira nézve. A különféle hormonok gyógyászati alkalmazására vonatkozólag az alábbi táblázat szolgál rövid tájékoztatással.

A hormón- termelő mirigy neve	A hormón neve	Gyógyászati alkalmazása
<i>Férfi nemi mirigy (herék)</i>	Férfi nemi hormón (Androste- ron)	A férfi nemi mirigy működési zavarai, csökkenő nemi tevékenység, korai testi és lelki megöregedés stb. ellen.
<i>Női nemi mirigy (petefészkek) a) tüszők</i>	Női nemi hormón Tüszőhormón	A női nemi mirigy működési zavarai, frigiditás, tisztulási rendellenességek, az altest megbetegedései, a változaskor előálló zavarok, korai testi és lelki megöregedés stb. ellen.
<i>b) sárga test</i>	A sárga test hormónja (Lutin, luteohormon)	Hormónzavar okozta vérzések, koraszülés, tisztulási zavarok stb. ellen.
<i>Agytüggelék a) elülső lebenye</i>	1. Irányító nemi hor- món (Prolan)	Meglévő nemi mirigyek hormontermelési zavarai, a test fejlődési rendellenességei, frigiditás, impotencia, a változási időszak zavarai stb. ellen.

A hormón- termelő mirigy neve	A hormon neve	Gyógyászati alkalmazása
	2. Anyagcsere- szabályozó hormón (Preloban)	Különbéle anyagcserezavarok, Fröhlich:- és Simmonds-kór, törpenövés stb. ellen.
	3. Anyatej- hormón (Prolaktin)	Szoptatásnál a tejelválasztás fokozására.
b) középső lebenye	Intermedin	Ismeretlen.
c) hátsó lebenye	1. Vasopressin (Tonephin)	Hasműtétetek után a lecsökkent bélmozgás megindítására.
	2. Hypophy- sin (Orasthin)	A szülésnél a fájások megindí- tására és erősítésére. Mint tüsszentőport az orrvörös- ség (Acne rosacea) ellen.
	3. Éji hormon (színváltozási hormón)	Ismeretlen.
<i>Tobozmirigy</i>	Epiphysin	Korai ivarérettség, túlzott nemi tevékenység stb. ellen.
<i>Csecsemő- mirigy</i>	Thymus- hormón	Elcsontosodási zavarok (an- golkóros tünetek), gyenge fejlődés meg növekedési za- varok ellen.
<i>Mellékvesék</i>		
a) kéreg- állománya	Cortin	Bronzkór, általános izomgyen- geség, gyors elfáradás, to- vábbá terhes anyák há- nyása ellen.
b) velőállo- mánya	Adrenalin (Suprarenin) Novadrenin	Szívgyuta esetében a szív működés megindítására. Helyi érzéstelenítéssel műtételnél az érzéstelenítő hatás tartó- sítására s a vérzés csökken- tésére. Tüdő-, gyomor- és bélvérzés elállítására. A vér cukortartalmának foko- zására.

A hormon termelő mirigy neve	A hormon neve	Gyógyászati alkalmazása
<i>Pajzsmirigy</i>	Thyroxin	Idiotizmus, myxoedema ellen. Gyermekek testi és lelki el- maradottságánál. Soványí- tásra.
<i>Mellékpajzs- mirigy</i>	Parathyrin (Parat- hormon)	Felnőttek görcsrohamai (teta- nia) és gyermekek vérzé- kenysége (spasmophilia) el- len. A mész-anyagcsere za- varainál. Hormonzavarok- ból eredő bőrbajok, migrén, epilepszia, asztma, neural- giák és ischias ellen.
<i>Hasnyálmirigy</i>	1. Insulin	Cukorhaj gyógyítására. Cu- korhaj folytán nehezen gyó- gyuló sebeknél. Kiütések, furunkulusok ellen. A táp- lálék jobb hasznosítása (híz- lalókúrák) céljából.
	2. Kallikrein (Padutin)	Daganatok, nehezen gyógyuló sebek, elmeszesedések gyó- gyítására. Végtagok elha- lása és Angina pectoris ellen.
<i>Lép</i>	A bélmozgás hormónja	Műtét és szülés után az ellany- hult bélmozgás (peristal- tika) megindítására. Idült székrekedés ellen.
<i>Testizomzat</i>	Lacarnol	Angina pectoris ellen, továbbá idős embereknél az érleme- szesedés tüneteinek enyhí- tésére.
<i>Vér</i>	Pajzsmirigy- szabályozó hormón (Tyronorman)	A pajzsmirigy fokozott műkö- dése ellen. Basedow-kór ke- zelésére.

10. *A gerinctelen állatok hormonjai.*

A modern fizikusok fáradtságos munka után fel tudták tární az atómok világának egyik igen piciny sarkát. Csodálattal vehettünk tudomást arról, hogy a számtalan égitestből álló, bámulatosan rendezett világmindenségnek nem kevésbbé tökéletes berendezésű kicsinyített mása lappang a gyarló szemünknek láthatatlan apró részecskében. Az élettan rejtelseit hasonló buzgósággal kutatják a tudósok. Ha a sejtekről szerzett ismereteink a mai iramban bővülnek, reményünk van arra, hogy nemsokára a sejtekben is egy ilyen nagyszerűen berendezett, harmonikus egységet láthassunk. Valószínű ugyanis, hogy minden egyes sejt egymagában olyan pompásan megszervezett «önellátással» rendelkezik, amelynél jobbat a sejtmilliókból felépült növények vagy állatok szervezetei sem mutathatnak fel. Az egyetlen sejtől álló szervezeteknél természetesen nem beszélhetünk a szó szoros értelmében vett hormonokról, hiszen magán a sejten belül nincs különbség külső és belső elválasztás között, nincsen sem nedvkeringés, sem mirigyek. Valamivel fejlettebb élőlényeknél már más a helyzet. A tenger egyik igénytelen lakójáról, a csillagféregről (*Phrynosoma*) megállapították például, hogy a vesecsatornácskáin egy piciny mirigy fekszik és ennek váladéka valószínűleg az állatka egész szervezetére irányító befolyást gyakorol. Ha ugyanis eltávolítják mindkét veséjéről ezt a szervet, a csillagféreg néhány nap alatt elpusztul. Ez persze még nem bizonyítja azt, hogy a titokzatos szervecske valóban hormont termel, hiszen mindkét vese eltávolítása is halállal járna. A kis szervre azonban éppen az jellemző, hogy egy piciny darabkáját visszaültetve az állat szervezetébe, akár csak az egyik oldalán, ez a részecske elvégzi a szerv munkáját, úgyhogy semmi káros hatás sem észlelhető. Még akkor is hatéképes a részecske, ha nem ere-

deti helyére, hanem egészen szokatlan pontokon, az állatka testének vagy belének falába ültetik át. Az állati szervezet más szerveivel nem lehet ilyen átültetéseket végezni, csakis a hormontermelő mirigyek tudnak bárhol a testben megfelelően működni.

Még jobban szemléltető példákat találunk a fejlettebb gerinctelenek körében, amelyeknél a nemek közötti különbség is kifejlődött. A tengerben élő háromszögletű rákot (Inachus) például már zsenge korában meg szokta támadni egy élősd, mely előszeretettel a csiramirigyét igyekszik tönkretenni. Ezek a satnya hímek azután külsőleg a nőstényekhez lesznek hasonlókká. A kutatók hosszú ideig azt hitték róluk, hogy rosszul fejlett nőstények és csak legújabban derült ki, hogy ilyen különös módon kasztrált hímek. Az ollótlan rákok bizonyos fajtáinál a nemi hormonokon kívül más hormónnak, mégpedig a színváltozási hormónnak a jelenlétét is ki tudták mutatni a kutatók. Az Északi- és Keletitenger partmenti sekély, homokos talajában élő homoki garnéla (ollótlan rák) köztudomás szerint nagyon jól tud alkalmazkodni a környezetének a színéhez. A vizsgálat során kiderült, hogy a színváltozás úgy jön létre, hogy a festéket tartalmazó sejtekben a többféle színű festőanyagok (melyek egyébként összegömbölyödve foglalnak helyet a sejtekben) valamilyen oknál fogva igen finom eloszlásban szétoszlanak a bőr aránylag nagy felületén szétterjedő hajszálcsöves hálózatban. A világos színű állatban például a sötét festőanyag a festéksejtek közepén húzódik össze, a világos festőanyag pedig szertefut a szétágazó festécsatornácskákbán. A sötétszínű állatnál fordított az eset. Vajjon mi váltja ki a színváltoztatási ingert? Ha az állatkák szemét eltakarták, nem tudtak többé a környezetük színéhez alkalmazkodni, világos tehát, hogy az inger maga a szemből indul ki. Eleinte azt hitték, hogy valami idegpálya vezeti ezt az ingert a szemből a festék-

sejtekbe, de semmikép sem sikerült idegeknek még a nyomára sem bukkanni. Másként kell tehát a közvetítésnek történnie. Ki is derült hamarosan, hogy vegyi úton fut a parancs a szemből tovább. Ha ugyanis egy fekete alapon tartott, tehát feketeszínűvé alakult állat vérét befecskendezték egy fehér testvérébe, nemsokára az is megfeketedett, noha világos környezetben tartották. Egyetlen csepp vérben elegendő színváltozási hormon volt s ez hamarosan összehúzódnásra bírta a másik állat világos festőanyagát s egyúttal kitágította a sötét festékgömböket. Sok érdekes kísérleteket végeztek még ezekkel a furcsa állatokkal. Rájöttek arra, hogy nemcsak befecskendezéssel, hanem szájon át etetéssel is hatásos a hormon. Bebizonyították, hogy nemcsak a fajtestvéreire, hanem közelebbi s távolabbi rokonaira is befolyással volt a színváltoztatást irányító szer, melynek rendkívül nagy hatóképességére jellemző, hogy még 1 : 500.000 hígításban is határozottan észrevehető színváltozást tudott előidézni.

A rovarok közül a hernyókról ismeretes, hogy testük sok gyűrűjében alig néhány sejtből álló mirigyszerű szerveik vannak. Az újabb kutatások szerint ezeknek váladéka részben közvetlenül a vérkeringésükbe jut s valószínűleg a fejlődő hernyóra nézve életbevágó fontosságú kemény chitinpáncél képződését irányítja. Más hernyóknál meg azt tapasztalták, hogy a begubózás kezdetét hormonok határozzák meg. Ha ugyanis begubózni készülő hernyók vérét befecskendezték náluk jóval fiatalabb testvéreikbe, melyek begubóznása csak kilenc nappal később lett volna esedékes, tüstént jelentkeztek rajtuk azok a tünetek, amelyek jellemzik a begubózni készülő hernyókat. Nem ettek semmit, összegömbölyödtek és barnára színeződtek. Összehasonlításként mellettük hagyott, de nem kezelt testvéreik még teljes kilenc napig éltek hernyó-életüket. Egy csepp hernyóvérben annyi hormon

volt tehát, hogy a bábképződés kilenc nappal előbb megindult a hatására.

Egyes rovarfajtáknál, például földi méheknél és sás-káknál a már említett háromszögletű rákokhoz hasonló észleleteket tettek a kutatók. Élősdiek hatására ugyanis külső megjelenésük a másik neméhez közelállóvá válik. Valószínűnek látszik tehát, hogy az élősdiek itt is a nemi mirigyeket pusztítják el, de bizonyítani még nem sikerült ezt a feltevést. A jávai atlaszlepke kifejllett nőstényei voltak az első rovarok, amelyek nemi szerveiben ki lehetett mutatni a nemi hormon jelenlétét, mégpedig aránylag nem csekélyebb mennyiségben, mint a gerinces állatok női nemi mirigyeiben. Közelálló ennél fogva az a feltevés, hogy az állatvilágban a nemi hormon a legelterjedtebb a belső elválasztású szervek termelte irányítóanyagok között.

11. Hormónszerű hatóanyagok a növényekben.

Kétségtelen, hogy nemcsak az állati, hanem a növényi szervezet is harmonikusan összefüggő egység, melynek egyes részei a legszorosabb együttműködést fejtik ki a közös cél, az életfenntartás és élettevékenység érdekében. Az állatok idegrendszerével azonos parancsközvetítő hálózatról természetesen nem lehet szó a növényeknél, az utóbbiak edényhálózata sem hasonlítható a vérkeringés szerveihez, de a teljesítménye kielégíti a növény szükségleteit. Néhány szellemes kísérlettel fogunk röviden foglalkozni, melyek kétségen felül bebizonyították, hogy a növények edényhálózatában is vannak vegyi futáranyagok, amelyek a hírvivők és irányítók szerepét játsszák.

Haberlandt berlini botanikus bukkant rá elsőnek a növényi sejtek osztódását serkentő hatóanyagra. Az árvasalán (*Lamium*) sejtjeit szétfoszlatással kiszabadította

burkukból és kísérletezni kezdett velük. Azt tapasztalta, hogy megfelelő tápoldatba helyezve heteken át életben maradtak ezek a sejtek, de az osztódásnak nyomát sem mutatták. Ha azután a növénynek úgynevezett hánccszövetéből (leptom) csak egy keveset hozzáadott az oldathoz, egyszeriben megindult a sejtek osztódása. A hánccszövet akkor is hatott a sejtekre, ha nem volt velük szoros összefüggésben, hanem csak érintkezett a felületükkel. Valószínűnek látszik tehát, hogy a hánccszövet a mirigyekhez hasonló szerepet játszik a növény szervezetében és valami olyan titokzatos váladékot termel, melynek már igen csekély mennyisége is döntően befolyásolja a sejtek osztódását, azaz közvetve a növekedést.

Egy másik, nem kevésbé érdekes kísérlet a virágzó növényeknek egy olyan szabályozóanyagjáról számol be, amelyet szinte virághervasztó hormónnak nevezhetnénk. Minden kertész tudja a saját gyakorlatából, hogy bizonyos virágokat (pl. az orhideákat) heteken át friss virágpor (pollen) ne kerüljön a bibére. Régebben azt hitték, hogy a virágpornak a bibére jutása, tehát a megtermékenyítés megtörténte okozza a hervadást. A virág elvégezte feladatát, nincs már szükség rá s ezért nem táplálja tovább a növény. Újabban azonban bebizonyították a kutatók, hogy nem így áll a dolog. Kiderült ugyanis, hogy megtermékenyítésre alkalmatlan virágpor szemcsék is elő tudják idézni a virág elhervadását. A kutatók chloroformmal vagy forró vízgőzzel kezelték a virágport, hogy megtermékenyítőképességétől biztosan megfoszthassák, azután szétnyomták és a belőle készült vizes oldattal nedvesítették meg a kísérleti virágokat. Meglepetve tapasztalták, hogy a virág hamarosan becsukja szirmait és hervadni kezd, mintha annak rendje és módja szerint meg lenne megtermékenyítve. Ezt az érdekes tünetet csak azzal magyarázhatjuk, hogy a virágpor-

szemcsékben valami hormónszerű anyagnak kell lennie. Ennek eredetileg az volna a feladata, hogy a megtermékenyítéskor a bibére kerülve tüstént bejusson a növény nedvkeringésébe és intézkedjék az immár fölslegessé vált virág táplálásának beszüntetése iránt. A kutatóknak a hatóanyag mesterséges bevitelével sikerült a növényt rászedniök, szegény csak a hormont kapta meg, a tulajdonképpeni cél, a megtermékenyítés nélkül. A titokzatos hatóanyagról eddig csak annyit tudunk, hogy vízben és alkoholban oldódik, meglehetősen ellenáll a hevítésnek és nem a virágporszemcsék belsejében található, hanem a külső felületükön tapad meg.

Szabad szemmel is láthatóvá lehet tenni egy ugyancsak érdekes ingervezető hormont, a mimóza hatóanyagát. A kísérlet abból áll, hogy egy mimózaágat kettévágnak és vízzel telt üvegcsövecskével kötik össze őket. Ez a mesterséges kapcsolat nem akadályozta az inger továbbjutását. Ha a mimóza ágát megérintették, rögtön beállott a jólismert jelenség: az ág csúcsán a piciny levélkék összehúzódtak. Hogy valóban egy mozgó hatóanyag, egy hormon közvetítette az érintés nyomán keletkezett ingert, azt az bizonyította, hogy az üvegcsőben látni lehetett valami zöldesszínű folyadéknak az áramlását.

Hasonló hormónszerű hatóanyagot mutattak ki a zab, tök, bab stb. gyökerének hegyében. Ha ezeket a finom kis gyökérvégződéseket ingerlik, az ingerlés helye felé hajlanak. Ha azonban levágjuk a gyökér hegyét, elmarad a mozgás. Ismét mutatkozik az ingerhatás, ha visszaillesztjük a gyökérhegyet, de a gyökér és a visszaillesztett hegy közé helyezett át nem eresztő lapocskát megint meggátolja a mozgás létrejöttét. Világos ennél fogva, hogy az ingert valami folyadékszerű hatóanyag közvetíti.

Az újabb kutatások szerint a növények növekedésénél is hormónszerű anyagoknak jut az irányítás sze-

repe. Sokáig megoldatlan volt az a kérdés, hogy a növekedés alkalmával milyen titokzatos erő készíti a növénynek újonnan alakult piciny sejtjeit a megnyúlásra, amelynek azután a növény testének kiterjedése a következménye. Ma már tudjuk, hogy egy vegyi anyag jelenléte idézi elő ezt. *Kögl* utrechti kutató érdeme, hogy ez az *auxinnak* elnevezett hatóanyag mesterségesen is előállítható. Az előbb említett kísérlethez hasonló módon igazolták az *auxinnak* szerepét a növekedésnél. Ha egy növényi csira hegyét levágták, a növény növekedése lényegesen lassubbodott. Ha zselatin (tehát a sejtnedvre nézve áthatolható anyag) segítségével visszagarasztották a lemetszett csúcsot, a növekedés a régi mértékben indult meg ismét. Folyadékokat át nem eresztő csillám, üveg vagy stanniollemezke közbeiktatása esetében azonban nem tért vissza az eredeti növekedési képesség. A csira hegyében tehát valami olyan rendkívül hatásos anyagnak kell lennie, mely a tőle távolabb eső sejteket is befolyásolni tudja. Ez a hormonszerű váladék valószínűleg nemcsak a növekedést, hanem a növényeknek a fény felé fordulását (*phototropismus*) és a nehézkedést megérző képességét (*geotropismus*) is szabályozza. Nem sikerült még kideríteni, hogy miként jut el ez a hatóanyag a képződése helyéről a növényke minden részébe. A kutatóknak az a feltevése, hogy a sejtek falában megy végbe ez az érdekes vándorlás, mely azonban mindig egyirányú: a csira hegyétől a növény testébe igyekszik, sohasem fordítva. A növények egyes részeinek megvilágítása alkalmával a megvilágított részből a sötét részbe vándorol ez a hatóanyag és ez utóbbi erősebben kezd nőni. Az eddigi kutatásoknak ez az egyetlen igazolt adata.

Laibach frankfurti kutatónak köszönhetjük a növényi hormonok egy másik fajtájának, az úgynevezett *meristinek*nek vagy osztódási hatóanyagoknak a felfedezését,

melyek a sejtek szaporodását, a gumó- és gyökérképződést serkentik. *Laibach* kidolgozott továbbá egy igen szellemes és elegáns eljárást, melynek segítségével nagyon könnyen alkalmazhatjuk ezeket a hatóanyagokat a kísérleti növényeknek bármely tetszőleges részén. Vízmentes gypjűzsírral keverte a hatóanyagokat s ezzel a kenőccsel kenegette különböző kísérleti növénykéit. A kezeléstől az orhideák gumói kétszeres nagyságra nőttek. Egy ajakos virágnak, a kertekben tenyésztett *Coleus*-nak földfeletti szárán a bekenés helyén néhány nap alatt számtalan gyökér bújt elő. Fagyálpalánták gyökérképződését is erőteljesen elősegítette ez a *hormónos kenőcs*. Szinte fölösleges külön hangsúlyozni, hogy *Laibach* tapasztalatai már a mostani kezdetleges alakjukban is milyen jól értékesíthetők a gyakorlati kertészetben. A módszer további kifejlődése bizonyosan hatással lesz a mezőgazdaság egyéb ágaira. A burgonyanemesítők jól tudják, milyen rossz tulajdonsága burgonyánk majdnem minden fajtájának, hogy a virágját elhullatja, mielőtt az megtermékenyítődnék. Ez teszi ugyanis új fajták kitenyésztését, tehát a gyakorlati burgonyanemesítést különösen nehézze. Ha azonban ilyen *Laibach*-féle hormónos kenőccsel kezelték a kísérleti burgonyák szárát, virágjuk a szokottnál mintegy 14 nappal tovább megmaradt s nem hullott le. A *Laibach* hormonjai sok tekintetben igen hasonlítanak az *auxin*okhoz. Hogy azonosak-e velük, azt a jövő kutatói fogják eldönteni.

Megemlíthetjük még, hogy *Cholodny* a zab és tengeri magfehérjében (endospermium) egy csirázást serkentő hormont mutatott ki, melyet *blastaninnak* nevezett el (blastanein görögül = csirázni). Érdekes, hogy ez a hormon a száraz magfehérjében még nem található meg, csak víz jelenlétében képződik, tehát csupán akkor, amikor már a csirázás előfeltételei, az átnedvesedés és megduzzadás már beállottak.

A tojássárgájából pedig a már említett holland kutató, *Kögl* tudott újabban több mint hárommilliószoros dústítás révén egy selyemfényű kristályokból álló hormont kitermelni. Ez a hatóanyag igen csekély mennyiségben is erőteljes osztódást idézett elő olyan élesztő-tenyészetekben, amelyek nélküle nem bírtak szaporodni. A görög bios = élet szóról a *biotin* nevet kapta ez az anyag.

Ezek a tapasztalatok kétségen felül bizonyítják, hogy a növények szervezetében is áramlanak olyan különleges hatású szerves anyagok, amelyeket joggal nevezhetünk hormonoknak. Ezek ugyanis az állatok testében kiválasztott hormonokhoz teljesen hasonló működést fejtenek ki, ingereket vezetnek tova, távoleső szerveket irányítanak, szinte azt mondhatnók, hírszolgálatot tartanak fenn a szervezet különböző részei között és ezáltal biztosítják az életfenntartáshoz elengedhetetlen együttműködést. A növények nedvkeringéséről és nedvrendszeréről ezek után egészen más kell, hogy legyen a véleményünk. Az eddigi feltevés szerint ez a rendszer pusztán az áthasonításhoz (asszimiláláshoz) szükséges víznek és a benne oldott sóknak a szállítására szolgál. A növényi hormónkutatás még gyermekcipőben jár, eredményei azonban máris azt mutatják, hogy ennek a nedvrendszernek ezen a szállításon kívül sokkal fontosabb és sokoldalúbb tevékenysége is akad. Különleges sejtekből állandóan titokzatos serkentőanyagok áramlanak igen piciny, de mégis rendkívül hatóképes mennyiségben a nedvkeringésbe. Mivel ezek az anyagok szinte pótolni látszanak azt a feladatkört, amelyet az állatok szervezetében az idegrendszer végez el, akár «folyékony idegrendszer»-nek is nevezhetnők a növények nedvkeringési rendszerét.

12. A vitaminok és hormonok között észlelt kapcsolatok.

Az első összefüggés kiderítésére a vészes vérszegénység nevű betegség gyógyítási módjának felfedezése adott alkalmat. George *Minot*nak, egy fiatal bostoni orvosnak az érdeme, hogy ennek a kórnak régente menthetetlennek hitt áldozatain ma már segíteni tudunk. *Minot*nak nagyon megesett a szíve a kórházába került szerencsétlen betegeken, akiken pedig a legjobb indulat mellett sem bírt javulást előidézni. Hogy a közérzetet is mennyire lerontja a betegség (még hozzá a gyógyíthatatlan betegség) tudata, azt igen jól megérthette *Minot* barátunk, hiszen hosszabb ideig szenvedett ő maga is cukorbeteg tünetek miatt. Más cukorbeteg társaihoz hasonlóan neki is szigorúan előírt étrendhez kellett alkalmazkodnia, hogy meggyógyulhasson. Kézenfekvő volt tehát az a gondolata, hogy a vészes vérszegénység áldozatain is valamilyen étrendi változás révén próbáljon segíteni. Ennél a bajnál tudvalevőleg a vörös vérsejtek száma ijesztően kevesedik a vérben. Hogyan tudná a vörös vérsejtek termelő szervét, a csontvelőt fokozott tevékenységre serkenteni, törte a fejét a jószívű orvos.

Egyik nap megütötte a szemét egy tudományos folyóiratnak a cikke, amelyben egyik orvostársa leírta volt, hogy a teljesen elvéreztetett kísérleti kutyaának a vére máj adagolására rendkívül gyorsan pótlódott. Valami azt sugallta *Minot*nak, hogy betegein is ugyanígy kell segítenie. Naponta negyedfont májat rendelt szegényeknek s néhány hét múlva nagy örömmel vette észre rajtuk a lényeges javulást. Bőrük rózsás színe visszatért, étvágyuk megjött, nyelvüknek jellegzetes repedezettsége elmúlt és vérükben a vörös vérsejtek száma szinte minden esetben elérte a rendes mértéket. *Minot* azonban kötelességszerűen óvatos volt, gyógyítási módszerét csak

akkor hozta nyilvánosságra, amikor orvos barátja, William *Murphy* saját klinikai kísérletei nyomán is megnyugtatta őt eljárása használhatóságáról. 1925 óta világszerte májjal gyógyítják a vészes vérszegénységet. Sok ember szervezete néhány nap alatt megundorodott a májevéstől. A modern technika fejlettsége ezen a bajon hamarosan segített, a vegyi gyárak egymásután dobták piacra különféle májkészítményeiket tabletták és folyadékok alakjában. Ma már sikerült annyira hatásos májkivonatokat előállítani, hogy két köbcentiméter (azaz kb. negyven csöppnyi) oldat öt kg friss májnak felel meg. A német szakkönyvek megemlítik, hogy *Czerny* berlini gyermekorvos az 1911-ben Párizsban tartott nemzetközi gyermekgyógyászati összejövetelen már előadta a vérszegénységnek májjal gyógyítását, de a próféták ismert sorsa érte, kinevették és kigúnyolták anélkül, hogy ajánlott eljárását megfelelően kipróbálták volna.

Nézzük most, hogyan tud a máj a vérszegénységen segíteni? Annyi bizonyos, hogy a máj és a vegyi gyárak májkészítményei egyéb hatóanyagok mellett rendkívül sok B₂-vitamint tartalmaznak. A B₂-vitamin hiánya azonban nem okozott egyetlen esetben sem vészes vérszegénységet. A csontvelőben a vörös vérsejtek termelését egy ismeretlen hatóanyag irányítja, mely a hasnyáiban található hormónból a B₂-vitamin befolyására áll elő! Egymagában tehát sem a szervezetünk-termelte hormón, sem a táplálékunkban kapott vitamin nem elegendő a vörös vérsejtek felépítésének szabályozásához. Sikerült is hasnyálnak és B₂-vitaminban különösen dús élesztőnek kombinálásával egy olyan gyógyszert előállítani, amely sokszorta erősebbnek bizonyult a májkészítményeknél. A szó szoros értelmében vett munkaközösséget látjuk itt egy vitamin és egy hormón között.

Már a vitaminok meghatározása alkalmából említettük volt, hogy csak emberi szempontból lehet a vita-

minok és hormonok között szigorúan elhatárolt különbséget tennünk. Egyes állatok ugyanis, pl. a patkány, kutya, juh, borjú, csirke, galamb C-vitamintól mentes táplálék élvezetétől sem kapnak skorbutot, mert szervezetük maga állítja elő ezt a fontos irányítóanyagot. Egyes kutatók egy Kamcsatkában élő emberfajtáról is ezt állítják. A C-vitaminban szegény hússal táplálkozó sarkvidéki embertársainkról szintén fel kell tételeznünk, hogy szervezetük legalább részben fel tudja építeni a C-vitamint alkotóelemeiből. Ilyen szervezeteknél a C-vitamin valóságos hormónná alakult.

Amint az orvosi gyakorlat bevezette a vitaminok és hormonok gyógyászati alkalmazását, egyre több tapasztalat igazolta e kétféle hatóanyagnak együttműködését. Tiszta vitaminkészítmények adagolására sok érthetetlen változás áll elő a szervezetben. Ez csak azzal magyarázható, hogy egyes belső elválasztású mirigyek hormontermelő tevékenységére bizonyos fajta vitaminok irányító hatást tudnak gyakorolni. Ma még nincs eldöntve, hogy ebben a munkában a vitaminok mint a hormonfelépítés téglái szerepelnek-e vagy pedig csak az ehhez szükséges energia előteremtői. Talán ez az oka annak, hogy az egyébként egészséges szervezetre is jótékony befolyást gyakorol a fokozott vitaminadagolás. Bizonyos esetekben meg éppen a hormonhiány tüneteit lehetett vitaminkezeléssel némileg elmulasztani.

Hogy a zsírban oldódó vitaminok (az A, D és E-fajták) és a nemi mirigyek termelte hormonok között ma még nem teljesen tisztázott szoros összefüggés áll fenn, az a vegyi összetételük hasonlóságából is következik, ugyanis mindegyikük a sterinek jólismert vegyületcsoportjába tartozik. Nem lehetetlen tehát, hogy szükség esetében a szervezet át tudja alakítani őket egymás pótlására. Ugyanilyen vegyi rokonság áll fenn a vízben oldódó C-vitamin és a petefészekben képződő sárgatest hormon

között. Az E-vitaminról beigazolták, hogy az agyfüggelék elülső lebenyének nemi hormonját helyettesíteni tudja s így meggátolja a hormonhiány jellemző tüneteinek fellépését. Minthogy ez az elülső lebeny testünk összes szervei és alkotórészei közül a leggazdagabb E-vitaminban, egyes kutatók szerint ez a vitamin igazi építőköve volna az elülső lebeny nemi működést irányító hormonjának. Annyi bizonyos, hogy az E-vitaminhiány jellegzetes tüneteit az elülső lebeny hormonjának befecskendezésével meg tudták szüntetni a kísérleti állatokon, túlságosan nagy E-vitamin adagokkal viszont ugyanolyan hatást tudtak rajtuk előidézni, mint az elülső lebeny hormonjának igen nagy adagjaival.

A pajzsmirigy működésénél is nagy szerepet játszanak a vitaminok. A- és B-vitamin hiányakor zavar áll be a mirigy tevékenységében. Az A-vitamin a mirigy túlságosan erős működését igyekszik fékentartani, valami előttünk ismeretlen módon fejt ki a szervezetben az ellentétes hatást. A B₁ és B₂-vitaminok pedig a rendes hormonelválasztást irányítják.

A B₂-vitaminnak a gyomornedv egyik hatóanyagára gyakorolt befolyását és a kettejük-képezte rejtélyes vegyületnek a vörös vérsejtek termelésénél észlelt irányító hatását előbb említettük. Ugyanennek a vitaminnak azonban a hasnyálmirigy hormonjával, az insulinnal is van némi kapcsolata. Orvosi tapasztalat szerint a vérnek cukortartalmát nemcsak insulin befecskendezésével, hanem B₂-vitamin adagolásával szintén jelentősen csökkenteni lehet. Újabban felhasználja ezt a vitamint a gyógyászat a cukorbeteg enyhébb eseteinél, az insulinhatás fokozására meg a drága insulin bizonyos fokú pótlására.

A B₁-vitaminnak viszont a mellékvesével mutatkozik hasonló összefüggése. A baromfiakon észlelt beri-berit a mellékvese kérgének hormonjával jól meg lehet gyógyítani. Ezzel szemben az emberen előforduló bronzkórt

(Addison-féle betegséget), mely a kéreghormón rendellenes termelésének következménye, B₁-vitamin adásával kezelik az orvosok. Egyes kísérletekben a B₁-vitamin adagolására jelentősen meg is nőttek a mellékvesék. Ezek a szervek különben a C-vitaminnal is kapcsolatban állnak. Említettük már, hogy a C-vitamint (ascorbin-savat) a mellékvesékből is elő tudták állítani. A mesterségesen készített mellékvese hormónnak, a suprareninnek oldata a levegőn oxidáció folytán hamarosan megvöröszik. A kutatók azonban azt tapasztalták, hogy a színeződés elmarad, ha egy csepp C-vitamint tesznek az oldathoz. A C-vitaminnak tehát valószínűleg az a feladata a szervezetben, hogy a mellékvese természetes hormónját, az előbb említett suprareninhez igen közelálló adrenalint megvédje a gyors elbomlástól. A bőrfesték (pigment) szemcséinek eloszlását szabályozó hormónnak, a mellékvese másik hatóanyagának szintén a C-vitaminnal van kapcsolata. Ha szervezetünkben ebből a hormónból túlságosan kevés van, sötét színt előidéző festék-szemcsék rakódnak le a bőrben, főleg az arcon. Ezek azonban villámgyorsan eltűnnek, ha a vérkeringésbe tiszta C-vitamint juttatunk. Mindnyájan láttuk már az aranyhalak bőrén az ismert fekete pöttyeket. Tiszta C-vitamin befecskendezésére ezek ugyanúgy eltűnnek vagy elhalványulnak, mint az előbb említett festéklarakódások.

A D-vitaminnak a mellékpajzsmirigy hormónjával észlelt összefüggése rendkívül fontos. Tudjuk, hogy mindkettő a szervezet ásványi anyagcseréjénél visz jelentős szerepet és a mésznek és nátriumnak arányát szabályozza. A nátrium növeli az izmok ingerlékenységét, a mész csökkenti azt. Ha a nátrium túlsúlyba kerül a nedvkeringésben, könnyen görcsök állnak elő. Már most mind az angolkórtól védő D-vitamin, mind pedig a pajzsmirigy hormónja növelni igyekszik a vér mésztartalmát. A gör-

csökre hajlandóságot tehát bármelyikük meg bírja szüntetni a szervezetben. Az angolkórt azonban a mellékpajzsmirigy hormonja nem tudja meggyógyítani, a D-vitamin viszont a leghatásosabb ellenszere e betegségnek. Ezt a látszólagos ellentétet csak azzal tudjuk magyarázni, hogy a kétféle hatóanyag nem egyforma módon idézi elő a vér mésztartalmának növekvését. A D-vitamin a bél falának sejthártyáit jobban áteresztővé teszi s ezáltal megkönnyíti a táplálékban lévő mésznek a szervezetbe s így a véráramba felszívódását. A mellékpajzsmirigy hormonja viszont máshonnan szerez meszet a szervezetnek, a csontokban már lerakódott mészsanyagot mozgósítja s innen küld kellő mennyiségű meszet a vérbe. Szinte fölösleges megemlítenünk, hogy a kétféle hatás mód felderítése mennyire fontos az orvos szempontjából s mennyire megkönnyítheti bizonyos szervezetbeli elváltozások hatásos gyógyítását.

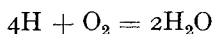
A vitaminok és hormonok egymást kiegészítő munkájához az erjesztők is igen érdekes módon csatlakoznak. *Keilin*, *Szentgyörgyi* és *Wieland* vizsgálatai pl. az élettani oxidációk mechanizmusából tártak fel említésre méltó részleteket.

Az összes vegyi reakció közül kétségtelenül az oxidációk a legfontosabbak az élő szervezetekre nézve, hiszen ezen a révén jut a szervezet energiához. Az élettani oxidációkról kiderült azonban, hogy nem lehet őket az élettelen világból vett hasonlóságok alapján levezetni és megmagyarázni, mert egészen más jellegűek.

Wieland elmélete szerint nem közvetlenül az oxigén közbenjöttével égeti el szervezetünk a tápanyagokat, hanem előbb különleges hatású erjesztők lépnek munkába és meglazítják tápanyagaink molekuláiban a hidrogénatómok kötését. Ezek a lazává tett hidrogénatómok egyesülnek azután az oxigénnel s e vegyi reakció termelte energia áll szervezetünk rendelkezésére. Esze-

rint tehát a tápanyagok alkatelemeiből csupán a hidrogén volna testünk fűtőanyaga.

Jelentős szerep jut azután az oxigén mellett is egy közvetítőnek, a már több ízben említett *Warburg*-féle erjesztőnek. *Warburg* szerint ugyanis az oxigén sem lép közvetlenül reakcióba, hanem először ezzel az erjesztővel képez egy rendkívül aktív vegyületet. Az a vegyi egyenlet tehát, melyet a vegyészek úgy jelölnek, hogy :



testünkben korántsem játszódik le ilyen egyszerűen.

A hidrogén a *Wieland*-féle erjesztőkön, az oxigén pedig a *Warburg*-erjesztőn aktiválódik, de még ekkor sem áll elő közvetlen reakció kettejük között. *Keilin* vizsgálatai szerint három, a vérfestékekkel rokon anyagot (cytochrom A, B és C) oxidál előbb az oxigén. *Szent-Györgyi* kutatásai pedig azt mutatják, hogy az oxigén a cytochromok oxidálása után egy ismeretlen anyagnak s egy újabb erjesztőnek közvetítésével a sejtjeinkben igen kicsiny mennyiségben jelenlevő fumársavat oxidálja. További oxidáció során a fumársavból oxy-fumársav, ebből pedig oxál-ecetsav képződik és csak ez utóbbi veszi fel a tápanyagokból felszabadított, aktivált hidrogént. A hidrogén által almasavvá redukált oxál-ecetsavat azután a *fumaráz* nevű erjesztő visszaalakítja fumársavvá s az oxidációs folyamat újból kezdődik.

Hogy a természet ezt az egyszerű reakciót miért végzi ilyen körülményesen, azt nem derítették még ki a kutatók. Valószínűnek tartjuk azonban, hogy a hidrogén elégetésekor képződő hatalmas energiatömeget ezzel a széttagoltsággal apródonként sokkal célszerűbben tudja a szervezet felhasználni, mintha egyszerre felszabadítaná s ez az oka a közel tíz tagból álló reakciós lánc képzésének.

Végezetül a hormonok hatásmódjához annyi a hozzá-

tennivalónk, hogy a hormonok nagyrészenek hatását meglehetősen ismerjük ugyan, de annál kevésbé tudjuk, hogy mi okozza és mi szabályozza a mirigyek hormontermelő tevékenységét. Fiziológiai élettevékenységünkben tehát döntő a hormonok hatása, lelki életünk, szabad akaratunk és elhatározókéességünk azonban nincsen velük összefüggésben. A szabad akarat tana ellen eddig semmiféle komoly természettudományos bizonyítékot nem találtak, a hormonok igen szépen beleilleszthetők a lelki és testi élettevékenységek nagyszerű harmóniájába.

Láthatjuk, hogy a mikrokozmosz, a világmindenségnek emberi szemmel nem látható része semmivel sem kisszerűbb a csillagok pompás birodalmánál. A teremtés isteni rendjét mind a kettőben megcsodálhatjuk. Büszkék lehetünk arra, hogy «a teremtés koronája» ennyit már megismerhetett a világegyetem utólérhetetlenül megszervezett egészéből. A még megoldatlan kérdések sokasága azonban szerénységre kell, hogy intsen, úgyhogy akaratlanul is Shakespeare felejthetetlen szavaira gondolhatunk :

«Ég s föld sok mindent rejt, Horatio, miről bölcselmünk nem is álmodik». (Hamlet, I. felv. 5. jel.)

BETŰRENDES NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ.

A-vitamin	20	BECKER.....	62, 87
ABDERHALDEN ...	76, 78	belső elválasztású mirigyek	110
ABEL	146	beri-beri	28
Addison-kór	124, 164	BERNARD	109
adrenalin	121, 124, 148	BERTHOLD.....	109
agyfűggelék	112	BEST	145
— elülső lebeny	112, 135	bios-elmélet	4
— középső lebeny	115	biotin	176
— hátulsó lebeny	137	BISHOP.....	59
akne	100	blastanin	175
akromegália	161, 164	BOAS	63
ALDRICH	149	de la BOE	108
androsteron	155	BORDEAU	108, 110
ANKENBRAND	95	BRILLAT-SAVARIN	80
apo-ferment	13	bronzkór.....	124, 164
apo-zümáz	13	BROWN-SÉQUARD	109, 156
ascorbinsav	48	BUNGE	4
atlaszlepke	171	BURR	62
atta	29	BUTENANDT	153, 154
auxin.....	174		
avitaminózis	17	C-vitamin	42
axolotl	143	C ₂ -vitamin	65
árvacsalán	171	Mc CANN	7, 8
		CARR.....	69
B ₁ -vitamin	28	CARTER	40
B ₂ -vitamin	35	CARTIER	43
B ₃ -vitamin	39	cholesterin	123
B ₄ -vitamin	39	cholin	149
B ₅ -vitamin	40	CHICK	40
B ₆ -vitamin	40	CHOLODNY.....	175
BABCOCK	5	citrin	65
BANTING	145	Coleus	175
Basedow-kór	162	COLLIP	143, 145
BAUMANN	140	COPPING	40
BAYLISS	110	cortin	152

186 BETÜRENDES NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

cukorbetegség	144, 162	FUNK	5, 34
csalánkiütés	38	furunkulózis	38
csecsemőmirigy	113	FRAENKEL	132
csillagféreg	168	Fröhlich-kór	164
csiramálé	96	fürge cselle	137
csirapázsit	96		
csukamájolaj	22, 52	G-vitamin	35
CZERNY	178	(a B ₂ -vitamint így nevezik	
cytochrom	183	Amerikában)	
D-vitamin	51	garnéla	169
DALE	147	geotropizmus	174
DESCARTES	115	gigantizmus	161, 164
diabetes insipidus	115, 161	glandula parathyreidea	118
— mellitus	144, 162	— suprarenalis	122
diasztáz	12	— thyreidea	116
DOISY	153	glikogén	76, 120, 121
DONATH	34	GLISSON	56
dysfunkció	160	GOLDBERGER	40
dystrophia	164	GUDERNATSCH	113
E-vitamin	59	GUDJONSSON	26
EDGAR	40	Graaf-féle tüszők	126
EIJKMAN	29, 30, 31	von GRÖBEN	43
ekcéma	38	GYÖRGY	40, 63, 89
elővitamin	15, 54		
ELLINGSON	143	H-vitamin	63
endokrin mirigyek	110	HABERLANDT	171
enterokináz	13	hal-egység	156
epiphysis	114, 139	HARRINGTON	140
equilenin	153	HARVEY	108
erepszin	12	hasnyálmirigy	119
EULER	13, 21, 64	here	126
eunuchoidizmus	163	hermaphroditizmus	163
EVANS	59, 62	hexuronsav	48
exkréciós mirigyek	110	HIPPOKRATES	107
exokrin mirigyek	110	hirsutizmus	162
ezüsthártya (ríz)	30	holo-ferment	13
éji hormon	139, 150	HOLST	4
		homosexualizmus	163
F-vitamin	52	hormónkenőcs	175
fagyal	175	HOPKINS	5, 7
farkassötétség	20	HULDSCHINSZKY	53
FISCHER EMIL	11, 14	hullóhártya	132
FOGES	130	hyperfunkció	160
fumáráz	183		

BETŰRENDES NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ 187

hypergenitalizmus	163	LAIBACH	174, 175
hypervitaminózis	58	Lamium	171
hypofunkció	160	LANGERHANS	120, 145
hypophysin	137	LAQUER.....	34
hypophysis.....	112	LEPKOVSKY	62
		Leydig-féle sejtek.....	127
Inachus	169	LIEBIG	3, 4, 5
infantilizmus	161, 163	Lilly-egység	146
inkréción mirigyek	110	linolsav	62
intermedin	137	LIPSCHÜTZ	130
insulin.....	120, 146	lipáz	12
invertáz	12	lucerna	95
		lutein	126
J-vitamin	64	luteohormón	154
JANSEN	34	lutin	154
jodothyryn	140		
jódthyreoglobulin	140	maltáz	12
JORES	138	MAR	94
		MAREK.....	58
kachexia	164	megfiatalítás	129
kappan-egység.....	155	mellékpajzsmirigy.....	118
karotin	21	mellékvesék	122
karotináz	22	— kéregállománya	122
KARRER	22, 37	— velőállománya ...	122, 124
katjang-idjoe	31	MERING	144
kasztrálás	127	meristin	174
kasztratoidizmus.....	163	méhlepény	132
KEILIN.....	182	MICHEEL	49
KENDALL	140, 152	mimóza.....	173
keratomalacia	23	MINKOVSKY	144
KINNERSLEY	40	MINOT	177
KLOBUSITZKY	159	mixoedema.....	161
ko-ferment	13	MOSZKOWSKY	31
ko-zümáz	13	Möller—Barlow-kór	45
KÖGL	174, 176	MÜLLER	108
költés	96	MURPAY	178
KUHN	22, 37	MYRBAECK	13
KÜGELGEN-BERG	98		
KÜHNAU	78	nemzetközi egységek .	66, 147
kén-anyagforgalom	41	nervus vagus.....	149
		— sympathicus	149
lactoflavin	37	NIETZSCHE.....	80
laktáz	12	NOPCSA	57

188 BETÜRENDES NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

novadrenin.....	152	RUFFIN	41
nymphomania	163	RUZICKA	156
OLAUS MAGNUS	43	salátaboglárka	44
OLIVER	144	SAND	128
orasthin	137	satyrizmus	163
organotherápia	108, 164	sárga erjesztő	76, 84
óriásnövény	161, 164	sárga test.....	132
OSWALD.....	140	SCHÄFER	143
		SCHAUMANN	34
P-vitamin.....	65	SCHEUNERT.....	98
pajzsmirigy	116	seborrhoe	63
pancreas	119	SEBRELL	41
paradentóze	50	Simmonds-kór	164
PARACELTUS	108	skorbut	43
parahormón	111	SLOTTA	154
patkány-egység	41, 153	SMITH	41
pellagra	35	spektrophotométer	69
pepszin	11	spru.....	38
petefészek	126	STARLING	110
PETERS	40	STEENBOCK	52, 53
Phymosoma	168	STEINACH	128, 129, 130
phototropizmus	174	STEPP	4, 91
POHL.....	54	STOLZ	149
PP-faktor	40	suprarenin	148
preloban	135	SURE	59
PRÉNANT	132	szaladás	96
PRICE	69	SZENT-GYÖRGYI 47, 65,	
prolaktin	136		124, 182
prolan	135	színváltozási hormón	138, 150
provitamin	15, 54	szívárványos ökle.....	156
ptialin	12	SWEDENBORG	108
pubertas praecox	163		
RACZINSKY	53	TAKAMINE	149
RASPUTIN	46	tetania	162
READER	39	tethelin	135
retinabibor	20, 21	thyreoglobulin	140
rhodopsin	20, 21	thyroxin	140
RIDDLE	136	thymus	113
ROBERTS.....	127	TILLMANN'S	48
ROBERTSON.....	135	tintometer	69
ROOS	140	tobozmirigy	114, 125
		tőkehal	51
		törpenövény	161

Irodalom:

Abderhalden, E.: Die Grundlagen unserer Ernährung. J. Springer, Berlin, 1919.

Ankenbrand, L.: Die Rohkostküche. Süddeutsches Verlagshaus G. m. b. H. Stuttgart, 1936.

Angewandte Chemie c. folyóirat legújabb évfolyamai.

Az emberi test. Kir. Magy. Természettud. Társ. Budapest, 1936.

Bauer, J.: Innere Sekretion. J. Springer, Berlin, 1927.

Brehm, A.: Az állatok világa. 18 kötet. Gutenberg könyv. kiadó, Budapest, évszám nélkül.

Hirsch, M.: Handbuch der inneren Sekretion. Kabitzsch. Berlin, 1928.

Jávorka, S.: Magyar flóra. Studium kiadása, Budapest, 1925.

Kendi Findly I.: Van-e benne vitamin? *Búvár*, 1937. február.

Klobusitzky, D.: Hormónok és hormónhatások. Kir. Magy. Természettud. Társ. Budapest, 1930.

Kügelgen—Berg: Die Mangelkrankheiten. Hippokrates-Verlag. 1934.

Mar, L.: Wie man Rohkost zubereitet. Süddeutsches Verlagshaus G. m. b. H. Stuttgart, 1936.

Mezőgazdasági kutatások c. folyóirat újabb évfolyamai.

Orvosi Hetilap c. folyóirat legújabb évfolyamai.

Rudy, H.: Vitamine und Mangelkrankheiten, J. Springer, Berlin, 1936.

Schiemann, G.: Die Chemie der natürlichen und künstlichen organischen Farbstoffe. L. Voss. Leipzig, 1936.

Stepp—Kühnau—Schroeder: Die Vitamine und ihre klinische Anwendung. Ferd. Enke, Stuttgart, 1936.

Tangl, H.: A vitaminok. Kir. Magy. Természettud. Társ. Budapest, 1935.

Venzmer, G.: Gesund durch Vitamine. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1935.

Venzmer, G.: Deine Hormone, dein Schicksal. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1933.

Zemplén G.: Az enzimek és gyakorlati alkalmazásuk. Kir. Magy. Természettud. Társ. Budapest, 1915.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
I. Bevezető	3
II. Erjesztők	11
III. Vitaminok	16
1. A-vitamin	20
2. B-vitaminok	28
a) B ₁ -vitamin	28
b) B ₂ -vitamin	35
c) B ₃ -vitamin	39
d) B ₄ -vitamin	39
e) B ₅ -vitamin	40
f) B ₆ -vitamin	40
3. C-vitamin	42
4. D-vitamin	51
5. E-vitamin	59
6. F-vitamin	62
7. H-vitamin	63
8. J-vitamin	64
9. A vitaminok meghatározásának és kimutatá- sának módjai	68
10. A vitaminok egységei	73
11. A vitaminok hatásmódja	74
12. A vitaminok szerepe a táplálkozásban	78
13. A vitaminok alkalmazása a gyógyászatban ..	99
14. A vitaminok felhasználása az állattenyésztés- nél	102
IV. Hormónok	107
1. A hormonkutatás történeti fejlődése	107
2. A hosszirányú növekedést szabályozó hormó- nok	112
3. Az anyagforgalmat befolyásoló hormonok	115

4. Az akaratunktól független, autonóm idegrendszerre ható hormon	124
5. A nemi működésben szerepet játszó hormonok	125
6. A hormonok vegyi összetétele és előállításuk módja	133
7. A hormonkutatás módszerei	157
8. A hormonhatások zavarai	160
a) A hosszirányú növekedést szabályozó hormonok termelő mirigyei okozta zavarok	161
b) Az anyagforgalmat befolyásoló hormonokat termelő mirigyek okozta zavarok	161
c) Az akaratunktól független idegrendszerre ható hormont termelő mirigy zavarainak következménye	162
d) A nemi működésben szerepet játszó hormonokat termelő mirigyek működési zavarai	163
e) Több hormónból álló csoportok működési zavarai	163
9. A hormonok orvosi alkalmazása	164
10. Gerinctelen állatok hormonjai	168
11. Hormonszerű anyagok a növényekben	171
12. A vitaminok és hormonok között észlelt kapcsolatok	177
Betűrendes név- és tárgymutató	185

SZENT ISTVÁN KÖNYVEK

Katolikus kultúrát fejleszteni, katolikus tudományt terjeszteni és népszerűsíteni, ez a hivatása a Szent István-Társulatnak, ez a hivatása a kiadásában megjelenő Szent István Könyveknek.

A **Szent István Könyvek** sorozata az emberi tudás minden ágát fel akarja karolni. A **Szent István Könyvek** a tudomány mai színvonalán mozognak. Oly stílusban jelentetjük meg, amely alkalmassá teszi őket arra, hogy minden művelt egyén érdeklődéssel olvashassa. Viszont súlyt helyezünk arra, hogy a **Szent István Könyvek** mindegyike a katolikus világnézetnek legyen beszédes hirdetője.

Ily módon, reméljük, elérjük azt a célt is, mely e könyvek kiadásánál szemünk előtt lebegett: az olvasni vágyó katolikus közönségnek oly műveket nyújtani, amelyek kielégítik igényeiket anélkül, hogy veszélyeztetnék hitüket, sőt amelyek alkalmasak arra, hogy a tudás és műveltség eszközeivel is megerősítsék őket vallásos meggyőződésükben és világnézetükben.

A Szent István Könyvek sorozatában eddig megjelentek :

	Pengő
1. Zubriczky Aladár dr.: Jézus élete és a vallástörténet	—
2. Wolkenberg Alajos dr.: A teozófia és antropozófia ismeretése és bírálata	—
3—4. Wolkenberg Alajos dr.: Az okkultizmus és spiritizmus multja és jelene	5.60
5—6. Balanyi György dr.: A szerzetesség története	5.60
7—8. Alszeghy Zsolt dr.: A XIX. század magyar irodalma...	—
9. Miskolczy István dr.: Magyarország az Anjouk korában	2.80
0. Palau-Timkó Jordán: Krisztus útján. A katolikus tevékenység főelvei	2.80
11. Quadrupani-Babura László dr.: Útmutatás jámbor lelkerek számára	2.80
12. Prohászka Ottokár: Elbeszélések és útirajzok	—
13. Trikál József dr.: Természetbölcselet	2.80
14. Bognár Cecil dr.: Értékelmélet	2.80
15. Prohászka Ottokár: A bűnbocsánat szentsége	2.80
16. Babura László dr.: Szent Ágoston élete	2.80

	Pengő
17. <i>Lepold Antal dr.</i> : Szalézi Szent Ferenc válogatott levelei	2.80
18. <i>Aldásy Antal dr.</i> : A kereszteshadjáratok története...	—.—
19. <i>Marosi Arnold dr.</i> : Átöröklés és nemzetvédelem ...	2.80
20. <i>Zoltvány Irén dr.</i> : Erotika és irodalom	2.80
21. <i>Horváth Sándor dr.</i> : Aquinói Szent Tamás világnézete	2.80
22. <i>Balogh Albin dr.</i> : Művelődés Magyarország földjén a magyar honfoglalás előtt	2.80
23. <i>Marczell Mihály dr.</i> : A katolikus nevelés szelleme ...	2.80
24—25. <i>Motz Atanáz dr.</i> : A német irodalom története... ..	5.60
26. <i>Babura László dr.</i> : Szent Ambrus élete	2.80
27. <i>Márki Sándor dr.</i> : II. Rákóczi Ferenc élete	—.—
28. <i>Kiss Albin dr.</i> : A magyar társadalomtan története	2.80
29. <i>Szabó Zoltán dr.</i> : A növények életmódja	2.80
30. <i>Weszelszky Gyula dr.</i> : A rádium és az atomelmélet...	2.80
31. <i>Balanyi György</i> : Assisi Szent Ferenc élete	2.80
32. <i>Dávid Antal</i> : Bábel és Assúr. I. Történet	3.40
33. <i>Fejér Adorján</i> : Római régiségek... ..	4.50
34. <i>Balogh József</i> : Szent Ágoston, a levélíró	3.40
35. <i>Babura László dr.</i> : Szent Jeromos élete	3.40
36. <i>Karácsonyi János dr.</i> : Szent László király élete... ..	3.40
37. <i>Miskolczi István dr.</i> : A középkori kereskedelem története	4.50
38. <i>Szémán István dr.</i> : Az újabb orosz irodalom	4.50
39. <i>Bán Aladár</i> : A finn nemzeti irodalom története ...	3.40
40. <i>Trikál József dr.</i> : A gondolkodás művészete	4.50
41. <i>Kuhár Flóris dr.</i> : Bevezetés a vallás lélektanába ...	4.50
42. <i>Babura László dr.</i> : Nagy Szent Gergely élete	4.—
43—44. <i>Kuhár Flóris dr.</i> : A keresztény bölcsélet története	8.—
45. <i>Weszely Ödön dr.</i> : Korszerű nevelési problémák... ..	5.60
46. <i>Somogyi Antal dr.</i> : Vallás és modern művészet ...	3.—
47. <i>Divald Kornél</i> : Magyar művészettörténet	5.60
48—49. <i>Birkás Géza dr.</i> : A francia irodalom története ...	8.—
50. <i>Wodetzky József dr.</i> : A világegyetem szerkezete... ..	3.50
51. <i>Záborszky István dr.</i> : Rabindranath Tagore világnézete	3.50
52—53. <i>G. Kurth-Michel K.</i> : A modern civilizáció kezdetei ...	10.—
54—55. <i>Dávid Antal</i> : Bábel és Assur. II. Művelődés	7.30
56. <i>Horváth Jenő dr.</i> : A modern Amerika története... ..	3.30
57. <i>Balogh Albin dr.</i> : Ország és nyelv	4.70
58. <i>Meszlényi Antal dr.</i> : A katolikus egyház és az állam 1848/49-ben	7.30
59—60. <i>Radó Polikárp dr.</i> : A kereszténység szent könyvei. I. Ószövetség	8.30
61. <i>Kecskés Pál dr.</i> : A házasság etikája	4.—
62. <i>Huszár Elemér</i> : A katolikus házasságjog rendszere ...	3.30
63. <i>Petrő József dr.</i> : Az ősegyház élete	5.—

64—65. Radó Polikárp dr.: A kereszténység szent könyvei. II. Újszövetség	8.80
66—67. Trikál József dr.: A jelenségekben a valóságba ...	7.—
68. Erdey Ferenc dr.: Kant valláserkölcsei világnézete ...	4.—
69—71. Hartmann Grisar: Luther Márton élete (Fordította Hoitsy Lajos Pál.)... ..	12.—
72. Tóth Ágoston: Bevezetés a meteorológiába	5.80
73—74. Bánhegyi Jób dr.: A magyar irodalom története I. ...	6.60
75—76. Diváld Kornél: A magyar iparművészet története ...	7.50
77. Balanyi György: A római kérdés... ..	6.40
78—79. Bánhegyi Jób dr.: A magyar irodalom története. II.	7.—
80. Pitroff Pál dr.: Bevezetés az esztétikába... ..	3.—
81. Kühár Flóris dr.: A vallásbölcselet főkérdései	5.—
82—84. Körösi Albin: A spanyol irodalom története	11.—
85. *Sigmund Elek dr.: A mezőgazdasági növények termelési tényezői	4.—
86—87. Kalmár Gusztáv dr.: Európa földje és népei	8.—
88. Kiss Albin dr.: Szent Ágoston «De Civitate Dei» című művének méltatása	4.—
89. Trikál József dr.: A lélek rejtett élete	4.—
90—91. Petró József dr.: A szentmise története	5.50
92. Meszlényi Antal dr.: A magyar jezsuiták a XVI. században	4.50
93. Mihelics Vid dr.: Az új szociális állam	4.—
94. Éhik Gyula dr.: Prémek és prémes állatok	3.—
95—97. Magdics Gáspár: A természettudomány útjai Istenhez	10.—
98. Melichár Kálmán dr.: A zsinatok	3.80
99. Szalay Jeromos: Szent Benedek élete és műve	5.—
100—101. Schütz Antal dr.: Krisztus. Tíz előadás... ..	6.—
102. Balogh Albin dr.: Pannónia őskereszténysége	4.—
103. Kalmár Gusztáv dr.: Magyar hazánk és népei. Magyarország leírása... ..	5.50
104. Auguste Diès—Michel Károly: Plató	3.—
105. P. Takács Ince: Nerótól Diokléciánig... ..	5.—
106. Stuhlmann Patrik dr.: Az ifjúkor lélektana	4.—
107. Pitroff Pál dr.: A szépirodalom esztetikája	3.—
108. K. Török Mihály Miklós: A magyar egyházpolitikai harc története	2.50
109. Schütz Antal dr.: A házasság. Tíz előadás	3.—
110. Gálos László dr.: A szentlélekisten	4.—
111. Lippay Lajos dr.: A keleti egyházak	4.—
112. Zoltán Veremund dr.: Szent Anzelm... ..	3.—
113. Lendvai István: Róma tornyai alatt. Mozaikok az örök városból	3.60

	Pengő
114. <i>Polzovics Iván dr.</i> : A lateráni szerződés. A Szentszék nemzetközi jogi helyzete	3.80
115. <i>Nagysolymosi József</i> : A lengyel irodalom	2.60
116. <i>Kalmár Gusztáv dr.</i> : Négy világrész földje és nepei ...	4.80
117. <i>Szalay Jeromos</i> : A katolikus gondolat útja az újkori Franciaországban	4.20
118-119. <i>Noszlopi László dr.</i> : Jellemlátás és jellemigézés ...	4.50
120. <i>Rusznay Gyula dr.</i> : Faluvédelem	2.30
121-122. <i>Lippay Lajos dr.</i> : A protestantizmus	4.20
123-124. <i>Kühár Flóris</i> : Egyetemes vallástörténet. I.	4.80
125-126. <i>Kühár Flóris</i> : Egyetemes vallástörténet. II.	5.20
127. <i>Kalmár Gusztáv</i> : A népek és fajok harca a megélhetésért és hatalomért	3.—

Dr. TÓTH TIHAMÉR

ÖSSZEGYÜJTÖTT MUNKÁI

20 kötetben.

Huszonöt esztendő óta hirdeti **Tóth Tihamér dr.**, az ékes szavú szónok s a ragyogó tollú író a katolikus kultúra örök igazságait. Beszédeit a rádión keresztül száz- és százezer lélek hallgatja, írásait a magyar katolikus közönség mindenkor a legnagyobb lelkesedéssel és örömmel fogadja.

Irodalmi működése az ország határain túl is megbecsülést szerzett a magyar névnek. Könyvei immár 15 nyelven: angol, cseh, flamand, francia, holland, horvát, lengyel, litván, német, olasz, román, szlovén, szlovák, spanyol és ukrán nyelven teljesítik nagyszerű missziójukat.

Magyar nyelven **Tóth Tihamér dr.** kiváló írásai különböző könyvekben és kiadványokban láttak napvilágot. A Szent István-Társulat kötelességének tartotta, hogy a 25 esztendőös papi és írói jubileumát ünneplő szerző könyveit egységes formában, összegyűjtve is megjelenesse, hogy így a katolikus magyar kultúra e nagyszerű értékeit mindenki számára hozzáférhetővé tegye.

Hisszük, hogy a magyar katolikus közönség ugyanolyan megértéssel fogadja a Társulat elhatározását, mint amilyen lelkesedéssel és áldozatkészséggel ajánlja e szépséges könyveket a Szent István-Társulat a katolikus gondolat minden barátjának.

Részletes tájékoztatással készséggel szolgál
a **Szent István-Társulat könyvkiadóhivatala,**
Budapest, VIII., Szentkirályi-u. 30.