

KÜLÖNBÖZŐ ÖSSZETÉTELŰ TÁPLÁLÉKOK HATÁSA A TÁPLÁLÓANYAGOK KIHASZNÁLÁSÁRA ÉS A CSONTFEJLŐDÉSRE.

MAREK JÓZSEF t., WELLMANN OSZKÁR r. tagtól
és URBÁNYI LÁSZLÓ vendégtől.

A rhachitis-betegség lényegének felderítésére munkatársaimmal folytatott kísérletes kutatások során minduntalan újabb és újabb kérdések tisztázásának szüksége merül fel. Áll ez különösen az anyagforgalom és itt elsősorban az ásványi anyagforgalom viszonyairól, amelyekről már több ízben esett szó erről a helyről. A mai előadás szorosan egymásba kapcsolódó négy újabb kísérlet-sorozat eredményein épült fel. Ezeknek célja volt megállapítani a növekedő fiatal sertésben, mint mindenevő állatban, a felvett anyagok, különösképpen az ásványi táplálóanyagok legelőnyösebb százalékos kihasználását és visszatartását a szervezetben, ásványi anyagösszetételükben különbözőképpen módosított táplálékokból. Ebből a célból a kísérleti eleségben a földalkáli-alkalicitást $[(CaO + MgO) - P_2O_5]$, másszóval a földbázisok összege és a foszfor közötti mennyiségkülönbséget -5 , $+5$, $+10$, $+15$ és $+25$ mg egyenértékre állítottuk be és e mellett az 1. kísérletben az eleség földalkáli-foszfor- és nyersrosttartalmát közepes, a 2.-ban elégtelen, a 3.-ban fölös mennyiségben szabtuk meg, a 4.-ben pedig a hosszabb ideig folytatott, egyrészt földalkáli-, foszfor- és nyersrostszegény, másrészt földalkáli-, foszfor- és nyersrostdús táplálást, takarmányozást két állatsoportban egymással kölcsönösen felcseréltük. Úgy vélem, hogy ezirányú megállapításaink az emberi rhachitisre vonatkozó biokémiai kutatások terén is hasznotozók lehetnek, ha figyelembe vesszük azt, hogy az anyatejtől elválasz-

tott gyermek szintén mindenevő lényé lett és táplálékának összetétele mind sűrűbben változik, ennek folytán itt jóval nehezebb áttekinteni és értékelni a táplálkozás befolyását az anyagforgalomra és ezzel összefüggésben annak esetleg rhachitist kiváltó hatására.

Kísérleteinkben a kémiailag megelemezett és heteken vagy több hónapon át etetett takarmánykeveréket szénsavas mész hozzákeverésével egyfelől a kitűzött cél megkívánta abszolút kalcium-, magnézium- és foszfortartalommal láttuk el, másfelől benne egyidejűleg a kívánt földalkáli-alkalicitást biztosítottuk. A vizsgálat maga kiterjedt az állatok megfigyelésére, testsúlyuk hetenkint egyszeri megmérésére, egyik elülső végtagjukról röntgenkép ismételt felvételére, 6—6 napos szabályos anyagserevizsgálatok lefolytatására, az állatok elvéreztetése után felboncolásukra, minden esetben ugyanazoknak a csontoknak szövettani megvizsgálására s combcsontjuknak kémiai megelemezésére, azonkívül vérsavójukban a kalcium, a magnézium és a szerves foszfor százalékos mennyiségének meghatározására.

A más helyen közlésre szánt részleteket és táblázatok bemutatását mellőzve, csak a különösen figyelemreméltó megállapítások ismertetésére szorítkozom. Helyénvalónak vélem azonban előre bocsátani a fejlődéstanból ismert azt a tényt, hogy a csontok szerves alapvázát a beléje szűk határokon belül szorosan meghatározott mennyiségarányban lerakódott mész és foszfor, javarészt mint foszforsavas, sokkalta kisebb mennyiségben mint szénsavas mész, szilárdítják meg. Habár az e közben lejátszódó finomabb biokémiai folyamatok végső szakaszainak felderítése még a jövő feladata, több irányban változtatott kísérleteinkkel mégis sikerült már tisztázni azoknak a külső és belső tényezőknek egész sorát, amelyek a mézsók kiválását a csontszövetbe zavarhatják és ez úton rhachitis, illetőleg osteomalacia kiváltói lehetnek.

A szervezet mész- és foszforszükségletének fedezésére természetesen egyedül a táplálék hivatott, de ennek a feladatának csak több, részben bonyolult feltétel megvalósulása esetén tud megfelelni. Az nem szorul bizonyításra, hogy mindenekelőtt bizonyos minimális abszolút mész- és foszformennyiség a táplálékban minden esetben elengedhetetlenül szükséges. Erre a mennyiségre

azonban nem lehet egyszerű számítással következtetni a napi testsúlygyarapodás alapján. Tervszerűen végrehajtott kísérleteinkből kiderült ugyanis, hogy az ilyen számításoknál figyelembe kell venni a földalkáli-alkalicitás elnevezéssel megjelölt mennyiségarányt a földalkáliák és a foszfor között, szintúgy a többi alkaliák mennyiségét és kölcsönös arányát, továbbá a nyersrosttartalmat s egyéb szerves anyagok mennyiségét és természetét, a mész és a foszfor kihasználását növelő D-vitamin esetleges jelenlétét, az életkor előhaladásával csökkenő növekedési energiát, az állat életmódját, fajtát, sőt bizonyos fokig fajtabeli és egyenlő sajátosságait is.

A kísérleteinkből leszűrt eredmények szerint növekedő fiatal sertésekben a táplálóanyagok százalékos kihasználását s visszatartását, valamint a csontfejlődést legelőnyösebben befolyásolja olyan takarmány, mely a +5 és +25 mg egyenérték között mozgó földalkáli-alkalicitás, mint legcélszerűbb földbázis-foszforarány mellett, közepes mennyiségben, 1—2.0% CaO -t, 0.8—1% P_2O_5 -t és csak mérsékelt mennyiségben nyersrostot tartalmaz. Ilyen táplálkozás egyúttal a testsúlygyarapodásra is a legelőnyösebb. Ezzel ellentétes összetétel esetén, nevezetesen a nyersrosttartalom túlságos megszaporodásával, szintúgy a földalkáliák vagy ellenkezőleg a foszfor mennyiségének egyoldalú megváltoztatásával arányosan romlik a táplálóanyagok és így a kalcium, a magnézium és a foszfor százalékos kihasználása, és ennek folytán rhachitis állhat elő, különösen akkor, midőn a táplálék mész- és foszfortartalma a szervezet szükségletének alsó határa körül mozog. A célszerű közepestől más irányban eltérő földalkáli-, foszfor- és nyersrostszegény táplálkozás a földalkáli-, foszfor- és nyersrostdús takarmánnyal szemben növeli, a közepes összetételűhöz viszonyítva azonban mégis, de jóval kevésbébe leszállítja a százalékos kihasználás és visszatartás értékeit. Az utóbbi esetben azért fejlődhetik szintén rhachitis, mert hazai viszonyaink között olyankor a mész- és foszfor-szegény burgonyával kiegészített keverékeket szokás etetni, amelyekkel tehát a minimális abszolút szükségleten alul marad, tehát elégtelen mész- és foszformennyiség juthat az anyagforgalomba.

Az elmondottakból következik, hogy a felvett mész és foszfor

mennyiségét meghaladó kiadás a bél és a vese útján, másszóval a szervezet mész- és foszforanyagháztartásának negatív jellege, nem elengedhetetlen ismérve a rhachitisnek, hogy tehát rhachitis előállhat olyankor is, midőn a kihasználás meghaladja a kiadást, de a földalkáliák és a foszfor célszerűtlen mennyiségaránya, esetleg átkati vagy örökölt anyagforgalmi sajátosságok megghiúsítják a mésznek és a foszfornek a szorosan meghatározott mennyiségarányban lerakódását a csontszövetbe. Ennek igazolásául szolgáljon a szabályszerű anyagforgalmi vizsgálattal kiegészített 41 sertés-rhachitis esete. Ezekben a P-mérleg mindig, a Mg-mérleg az állatok 92.7%-ában, a Ca-mérleg azok 80.5%-ában volt pozitív, és a 19.5%-ban negatív Ca-mérleg is javarészt az eleségnek a foszforral szemben viszonylagos vagy egyáltalán csekély kalciumtartalmával volt összefüggésbe hozható.

Az egyoldalúan mész-, illetőleg foszfordús táplálkozás a csontok ásványi összetételét is megváltoztatja, annak folytán, hogy az egyoldalúan fölös mészből, illetőleg foszforból a szervezet, bizonyos határig, kellenél többet használ ki és rak le szöveteibe, főleg csontjaiba. Ezek szerint a csont kémiai összetétele felvilágosítást adhat arról, hogy az adott esetben a rhachitis alkalozisos vagy acidozisos eredetű-e. Ugyanilyen táplálkozással kapcsolatban a szervezet sav-bázisegyensúlyában is áll elő zavar, nevezetesen a fölös földbázisok, illetőleg a fölös foszfor hatására eltolódás az alkalozis vagy az acidozis irányában. Olyankor, midőn a földbázisok és a foszfor aránya megfelelő és rhachitis csupán az együttesen elégtelen mész- és foszforbevitel folyománya, a csontállomány százalékos összetételében nem állapítható meg eltérés, de szintén csökken a csonttelítettség értéke, vagyis a súlyegységnyi szerves anyagra vonatkoztatott csonthamu mennyisége.

Kísérleteinkben feltűnően érvényesült a D- és A-vitamin előnyös hatása a táplálóanyagok és jelesül a mész és a foszfor kihasználására és visszatartására. Igazolják ezt azok az eseteink, midőn előbb vitamin nélkül az eléggé jó kihasználást és visszatartást biztosító földalkáli-, foszfor- és nyersrostszegény takarmányozást ugyanazokban az állatokban a kihasználást és visszatartást erősen rontó földalkáli-, foszfor- és nyersrostdús táplálással cseréltük fel és egyben D- és A-vitamint is adtunk az állatoknak. A szerve-

zetbe bevitt D- és A-vitamin nemcsak ellensúlyozta a fölös mennyiségben felvett táplálóanyagoknak vitamin hiányában a kihasználást rontó hatását, hanem hatalmasan fel is szöktette a megfelelő értékeket. Ebből megérthető a D-vitaminnak a rhachitist gyógyító és ellene védő hatása. Ha mégis olykor-olykor, mint p. o. egyik esetünkben vagy néha-néha rhachitises gyermekekben, a különben megfelelő mennyiségben adott D-vitamin nem váltja valóra a hozzáfűzött reményeket, ott alighanem alkati vagy örökölt egyedi sajátosságok hatása játszik közre.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. okt. 26-án tartott üléséből.)

DIE AUSWIRKUNG VON VERSCHIEDEN ZUSAMMENGESETZTEN NAHRUNGSTOFFEN AUF DIE AUSNÜTZUNG DER NÄHRSTOFFE UND AUF DIE KNOCHENENTWICKLUNG.

Von J. MAREK, O. WELMANN und L. URBÁNYI.

Nach den Ergebnissen von vier miteinander eng verknüpfter Versuchsreihen wird in jungen Ferkeln die hundertatzmässige Ausnützung der Nährstoffe sowie die Knochenentwicklung am günstigsten beeinflusst durch eine solche Nahrung, in der bei einer sich zwischen +5 mg und +25 mg Äquivalenzen bewegendem, am besten zusagenden Erdalkali-Alkalizität, CaO in der mittelmässigen Menge von 1.0—2.0%, P_2O_5 in der von 0.8—1.0% enthalten ist und gleichzeitig auch der Rohfasergehalt mässig bleibt. Durch eine solche Ernährung wird auch das Gesamtkörpergewicht am günstigsten beeinflusst. Hiergegen nimmt die hundertatzmässige Ausnützung der Nährstoffe und so auch die von Calcium, Magnesium und Phosphor, proportional mit einer übermässigen Vermehrung des Rohfasergehaltes sowie auch mit einer einseitigen Verschiebung des gegenseitigen Mengenverhältnisses zwischen CaO und P_2O_5 ab. Unter solchen Umständen entsteht Rhachitis, wenn sich der absolute Kalk- und Phosphorgehalt in der Nahrung der unteren Grenze des minimalen Kalk- und Phosphorbedarfs des Körpers nähert. Auf der anderen Seite kann aber trotz der besseren Ausnützung und Retention der Nährstoffe aus einer erdalkalien-, phosphor- und rohfasearmen Nahrung sich dennoch Rhachitis entwickeln, weil entsprechend der unter solchen Umständen üblichen Verwendung von kartoffelhaltigen Gemischen zur Fütte-

rung der Schweine keine ausreichenden Mengen von Kalk und Phosphor in den Stoffwechsel gelangen.

Es hat sich fernerhin ergeben, dass ein Überwiegen der Ausscheidung von Kalk und Phosphor in Darm und Nieren über den Einnahmen, somit eine negative *Ca*- und *P*-Bilanz im Stoffwechsel, überhaupt nicht als ein unerlässliches Merkmal einer rhachitischen Erkrankung zu gelten hat. Es kann nämlich auch trotz positiver *Ca*- und *P*-Bilanz Rhachitis entstehen, wenn ein unzuweckmässiges gegenseitiges Mengenverhältnis zwischen den Erdalkalien und dem Phosphor in der Nahrung oder gelegentlich eine individuelle konstitutionelle Stoffwechseleigentümlichkeit der Ablagerung von Kalk und Phosphor im Skelett in dem üblichen erforderlichen Mengenverhältnis hinderlich im Wege steht. So wurde unter 41 in Verbindung mit regelrechtem Stoffwechselversuch untersuchten Fällen künstlich erzeugten Rhachitis bei Ferkeln die *P*-Bilanz stets (100%), die *Ca*-Bilanz in 33 Fällen (80·5%), die *Mg*-Bilanz in 38 Fällen (92·7%) als positiv gefunden.

Eine einseitig kalk- oder phosphorüberschüssige Ernährung gibt insofern Anlass zu einer bestimmten Verschiebung in der chemischen Zusammensetzung des Knochens, als von dem einseitig überschüssigen Kalk oder Phosphor bis zu einer gewissen Grenze eine reichlichere Menge ausgenützt und in den Geweben, hauptsächlich im Skelett, abgelagert wird. Hiernach lässt sich die chemische Zusammensetzung des Knochens diagnostisch verwerten bei der Entscheidung, ob die Rhachitis im gegebenen Falle alkalotischer oder azidotischer Herkunft ist. Hand in Hand hiermit geht auch eine Verschiebung des Säure-Basengleichgewichtes des Organismus in alkalotischer bzw. azidotischer Richtung einher. Bei günstiger Erdalkali-Alkalizität im Futter wird durch eine mengenmässig unzureichende Mineralstoffzufuhr bedingte Rhachitis erkannt aus dem Herabsinken des Sättigungsgrades im Knochen, d. h. der auf eine Gewichtseinheit der organischen Knochenmasse bezogenen Aschenmenge.

Eine sehr augenfällige günstige Beeinflussung der Ausnützung und Retention der Nährstoffe, im besonderen des Kalkes und des Phosphors, durch das D- und A-Vitamin erhellt daraus, dass durch eine intramuskuläre Einverleibung gehörig hoher Dosen dieser

Stoffe nicht nur neutralisiert werden konnte die vorher nachgewiesene bedeutende Verschlechterung der Ausnützung durch eine erdalkalien-, phosphor- und rohfas^{reife}erarme Ernährung, es erfuhren vielmehr die betreffenden Werte eine gewaltige Steigerung. Hierin liegt die Erklärung für die heilende und schützende Wirkung des D-Vitamins bei Rhachitis. Wenn ausnahmsweise dennoch Versager vorkommen, das mag wohl in einer konstitutionellen oder ererbten individuellen hemmenden Stoffwechs^{el}eigentümlichkeit seine Grundlage haben.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 26. Oktober 1942.)