

KÜLÖNBÖZŐKÉPPEN BEVITT P³² ELOSZLÁSA A JUH SZERVEZETÉBEN

PÉNZES LÁSZLÓ

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa és

SEBESTYÉN GÁBOR

Állattenyésztési Kutató Intézet, Budapest

A vizsgálat célja, irodalmi adatok

Az utóbbi évek anyagcserekutatásai bebizonyították, hogy az egyes táplálóanyagok emésztése, kihasználása, a közbülső anyagforgalomba való bekapcsolódása szorosan összefügg a különböző foszforilációs folyamatokkal. A takarmány emészthető, kihasználható tápláló-anyagmennyiségének megítélésakor nemcsak a szokásos anyagcserevizsgálatok útján kapott vizsgálati eredményeket és ezek értékelését célszerű figyelembe venni, hanem a közbülső anyagcserében jelentős szerepet játszó anyagcseretényezőket, nevezetesen a különböző foszforproteidek, nukleoproteidek, foszfolipoidok, foszfát-észterek stb. természetét, egymásba való alakulását, megújulását, egyszóval anyagcseréjét is.

A különböző foszfátartalmú vegyületek anyagforgalmának tanulmányozása, a különböző foszforilációs folyamatok vizsgálata szorosan összefügg az egyes szervek, szövettípusok foszfátartalmú vegyületeinek lebomlási, továbbá megújulási sebességének, a turnover-time értékének mérésével.

Vizsgálatainkban arra a kérdésre kívántunk választ kapni, vajon a szervezetlen formában, a szervezetbe juttatott P³² hogyan, valamint milyen mértékben oszlik el a kérődző szervezetben egységnyi súlyú szervekre és szövetekre vonatkoztatva akkor, ha a bevitel módját változtatjuk. Az applikálás módjának változtatása azért is kívánatos volt, hogy a vékonybél, a gyomor- és bélcső kiválasztó tevékenységének mértékére is következtethessünk. Ez azért is szükséges volt, mert a táplálóanyagok emésztési, illetve kihasználási együtthatóinak értékelését a gyomor- és bélcső eme tulajdonsága rendkívül bonyolulttá és nehézkesé teszi.

Már 1935-ben CHIEVITZ és HEVESY [4] rámutattak arra, hogy a P kiválasztás mechanizmusának és mértékének tanulmányozása csak radioaktív P segítségével lehetséges. Későbbiek folyamán GAUNT, GRIFFITH és IRVING [6] kísérleteiből következik, hogy a szervezet P kiválasztó tevékenysége és visszatartása elsősorban a takarmányban nyújtott P mennyiségétől függ. A szerzők megállapították, hogy azok a patkányok, melyek elégtelen foszforellátásban részesültek, vizeletükkel 75%-kal, bélsarukkal 25%-kal kevesebb foszfort választottak ki, illetve ürítettek, mint a normál diétán tartott kontroll állatok.

VERTUNOV [18] tehenekkel, LEBEGYEV és munkatársai [10] szarvasmarha növényekkel végzett vizsgálataiban a P^{32} kiválasztását, szervezeten belüli dinamikáját tanulmányozta. VERTUNOV a laktáció különböző szakaszaiban vizsgálta a szájon át, továbbá intravénás úton adagolt P^{32} -nek a tejen, vizeletben, illetve a bélsáron keresztül történő ürítését. GRODZENSKI, ZAMICSKINA és KOROLJEVA [7] kutyákkal végzett vizsgálatuk során a P^{32} kiválasztásának, valamint mobilizációjának kérdéseit elemezték. FLORESCU [5] bendőfisztulával ellátott juhokkal végzett kísérletei során a radioaktív foszfor megjelenését és eloszlását vizsgálta a vérben, bendőtartalomban, bélsárban, valamint a vizeletben, és a tapasztalt aktivitás értékeket a szervezetbe való beadástól eltelt idő függvényében fejezte ki.

Vizsgálataink során tekintettel voltunk azokra a megfigyelésekre, amelyek szerint az egyes szervek, szövetek által inkorporált P^{32} mértéke mindegyiknél a különböző nukleinsavak, nukleoproteidek, valamint az ezekre ható ribonukleázok anyagforgalmi sebességétől függ.

Vizsgálati módszer

Kísérletünket két kifejlett, romanovi fajtájú anyajuhval végeztük. Az állatok súlya 24,6, illetve 31,0 kg volt. Az általunk használt dózis mennyisége $5 \mu\text{C}/1000 \text{ g}$ élősúly volt. A P^{32} -t NaH_2PO_4 formájában juttattuk az állatok szervezetébe. Intravénás úton történt beadás esetében az aktív NaH_2PO_4 -ot a vena jugularis-ba, orális juttatás esetén pedig szondával a bendőbe vittük. Így a már említett két állat közül az izotópot az egyik juhnak intravénásan, a másiknak szájon át nyújtottuk.

Az állatokat az aktív NaH_2PO_4 beadásától eltelt 24 óra múltán kiirtottuk, majd felboncoltuk. A boncolás a szokott módon történt, majd a különböző szervekből mintát vettünk. A csontokat a reátapadt izom- és ínreszektől mechanikusan megtisztítottuk és a „lágý” preparátumok elkészítéséig frigidaire-be helyeztük.

Vizsgálataink során a parenchymás szervek, a gyomor- és bélcső meghatározott részeinek, ezek tartalmának, egyes izmok, a bőr-, kötő- és támasztószövetek, az idegszövet, az üvegtest, a vér és a liquor elemzését végeztük el.

Az egyes szervekből és szövettípusokból a várható specifikus aktivitásnak megfelelően először a kisebb, majd a későbbiek során a nagyobb specifikus aktivitással rendelkező mintákat dolgoztuk fel. Minden egyes szervből, szövetből két preparátumot készítettünk. A preparátumok elkészítésénél a szerveket, szöveteket nem hidrolizáltuk, hanem nagyfokú homogenizálás után megfelelő mérőedényekbe — vékony film alakjában — helyeztük, légszáraz állapotig kiszárítottuk, majd az egyes minták abszolút aktivitását meghatároztuk. A csontok aktivitásának mérése, azok elhamvasztása után

történt. A sárga és vörös csontvelőt — minden esetben — a parenchymás szervekhez hasonlóan dolgoztuk fel.

Az egyes minták aktivitását horizontál ólomtoronyban, A. S.-2 típusú végablakos GM csővel mértük, és B-2 típusú scalerrel számoltuk.

Az egyes preparátumok aktivitását légszáraz 1000 mg szövet-, illetve szervsúlyra vonatkoztattuk, valamint 1000 mg vér abszolút aktivitásának százalékában fejeztük ki. Az egyes minták „aktivitása” (például: imp/perc) azonban nem minden esetben lehet kifejező. Így a csekély foszfortartalmú szervmintákra az aránylag kismértékű beépült radioaktivitás a jellemző — ez azonban nem zárja ki az adott szövettípus kifejezett foszforanyagcseréjének (turnover-ének) a lehetőségét. — Ezért azokban az esetekben, ahol a rendelkezésünkre álló adatokból az lehetséges volt, megadtuk az egyes minták standard specifikus aktivitásértékét is.

$$\text{Standard specifikus aktivitás} = \frac{\text{az egyes minták specifikus aktivitása}}{\frac{\text{az alkalmazott radiofoszfor mennyisége mC-ben}}{\text{kg élősúly}}}$$

$$\text{Az egyes minták specifikus aktivitása} = \frac{\text{minta radioaktivitása } \mu\text{C-ben}}{\text{a minta P tartalma mg P/g szárazanyagban}}$$

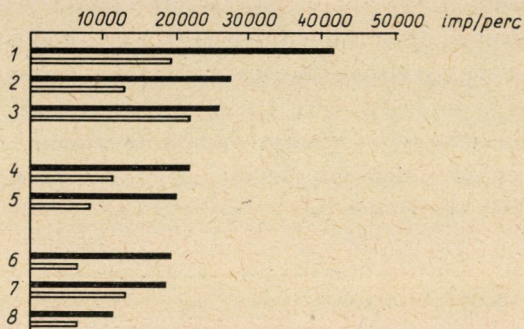
Vizsgálati eredmények

Az egyes szervek, illetve szövetféleségek 1000 mg-ra vonatkoztatott abszolút, valamint a vérre vonatkoztatott százalékos aktivitását a mellékelt diagramokban ábrázoljuk, illetőleg az alábbiakban közöljük. (Az egyes minták abszolút aktivitását $\frac{\text{imp}}{\text{perc}}$ értékekben tüntettük fel. A vérre számított százalékos értékek esetében 1000 mg vér abszolút aktivitását 100%-nak tekintettük.) Az 1. ábrából kitűnik, hogy a parenchymás szervek közül a vese, a hasnyálmirigy, a mezenterális nyirokesomó, továbbá a lép és a nyelv alatti nyálmirigy abszolút aktivitás értékeiben tapasztalt különbség mutatja a két-féle applikálásból adódó legnagyobb eltérést.

Az izotópnak a véráramba történő juttatása során a lágy szervek sorrendje a csökkenés irányában a következő volt. (A zárójelben tüntettük fel az egyes preparátumok abszolút aktivitását, a vérre vonatkoztatott százalékos értékét, valamint a standard specifikus aktivitás mértékét.)

1. Vese (41821 — 1982 — 0,34)
2. Hasnyálmirigy (27616 — 1309 —)

3. Máj (25809 — 1223 — 0,16)
4. Mezentériális nyirokcsomó (21803 — 1033 — 0,13)
5. Lép (19703 — 934 — 0,13)
6. Nyelv alatti nyálmirigy (18974 — 899 —)
7. Szív (18523 — 878 — 0,18)
8. Tüdő (11574 — 549 — 0,10)



I. ábra. Mirigyos szervek abszolút aktivitásának változása a P izotóp applikálási módjától függően

1. Vese, 2. Hasnyálmirigy, 3. Máj, 4. Mezentériális nyirokcsomó, 5. Lép, 6. Nyelv alatti nyálmirigy, 7. Szív, 8. Tüdő

Az ábrákon a fekete oszlopok a P³² intravénás beviteléből, míg a fehér oszlopok az izotóp-nak a szájon át történő juttatásából eredő értékváltozásokat mutatják

Látható, hogy azok a szervek, melyeknek a véráramba juttatott P³² kiválasztásában, átalakításában elsődleges szerepük van, mutatják a legnagyobb aktivitást. Így a vese, melynek maximális radioaktivitását a jelentős foszfátzetartalma is magyarázza. (Megjegyezzük: a mezentériális nyirokcsomó és a lép aránylag csekély standard specifikus aktivitását az adott szerv viszonylag nagy foszfortartalma indokolja.) Hasonló eredményekről számolnak be SMITH, KLEIBER és munkatársaik [15, 16, 17], akik sertésen, illetve juhon tapasztalták a parenchymás, helyesebben a lágy szervekbe épült P³²-nek különböző mértékét, illetve az eltérő standard specifikus aktivitását. A szerzők vizsgálata szerint a juh szervezetében a sorrend a következőnek bizonyult:

(Zárójelben közöljük a standard specifikus aktivitás értékeit.)

1. Epe (1,60) (nem vizsgáltuk!)
2. Máj (0,98)
3. Vese (0,88)
4. Csecsemőmirigy (0,71) (nem vizsgáltuk!)
5. Mezentériális nyirokcsomó (0,54)
6. Szív (0,63)
7. Lép (0,49)
8. Tüdő (0,36)

A felsoroltakból kitűnik, hogy az általunk tapasztaltak jórészt meg-
egyeznek az idézett szerzők észleleteivel. (Mint hogy az általunk kapott stan-
dard specifikus aktivitás értékei jóval kisebbek, mint azt Smith és munkatár-
sai mérték, ezen észleletünket az egyes radioaktív minták számlálásakor ta-
pasztalt önabszorpció nagyságával magyarázzuk.) A sorrendben tapasztalt
módosulások — véleményünk szerint — az állatok életkorával magyarázha-
tók, hiszen köztudott, hogy az idősebb szervezeteknek a foszfort anabolizáló
képessége csökkentebb, az egyes szerveknek hasonló tevékenysége változó,
jóllehet az abszolút értelemben felvett és beépített P mennyiség meghaladja
a fiatalabb állatok hasonló értékét. A vese, a hasnyálmirigy és részben a máj
esetében tapasztaltak arra engednek következtetni, hogy az említett szerv-
típusok sejtjeinek, sejtmagjainak az inkorporáló képessége jóval nagyobb,
mint az a többi szerv- és szövettípus esetében tapasztalható volt. Ezzel kap-
csolatban azokat a vizsgálatokat említjük, melyek szerint [15] a nyúl máj
esetében mért $\frac{\text{összes aktív P}^{32} \text{ atomok száma}}{\text{összes nem aktív P atomok száma}}$ hányados jóval nagyobb volt,
mint más, parenchymás szerv esetében azt megállapították.

Az általunk tapasztalt, kiugró abszolút aktivitás értékek elemzésekor
célszerű lehet annak figyelembevétele is, hogy a P izotóp beépülési sebességét
jelentősen befolyásolja az említett szervek kreatinfoszfát, ATP, ADT, hexoze-
foszfát tartalma, melyek HEVESY és REBBE szerint [9], valamint Aten és He-
vesy kísérleteiből következően [2], jóval gyorsabb aktív foszfát bekebelezési
sebességet mutatnak, mint a különböző nukleotida és foszfátida frakciók.

A P³²-nek a szervezeten belüli eloszlási sebességét és mértékét elsősor-
ban az applikálás módja szabja meg, s ebből következően a véráramnak a
szerepe jelentős.

A foszfor-izotóp szájon át való juttatása esetében a megoszlási sorren-
det a következőnek tapasztaltuk:

1. Máj (21931 — 1866 — 0,14)
2. Vese (19255 — 1637 — 0,16)
3. Szív (13356 — 1137 — 0,13)
4. Hasnyálmirigy (13233 — 1126)
5. Mezenterialis nyirokcsomó (11704 — 1000 — 0,07)
6. Lép (8384 — 714 — 0,06)
7. Nyelv alatti nyálmirigy (6568 — 559)
8. Tüdő (6349 — 540 — 0,06)

A feltüntetett abszolút aktivitás értékei általában kisebbek, mint az
a másik állat hasonló értékei esetében megfigyelhető volt (l. l. ábra).

A vérre vonatkoztatott abszolút aktivitás értékeinek összehasonlítás-
akor kitűnik, hogy az izotópnak szájon át történő beadása esetén a máj jóval

magasabb aktivitást mutatott (kb. 53%-kal), mint azt az intravénás úton kezelt állatban volt alkalmunk tapasztalni. A vese, a lép és a nyelv alatti nyálmirigy esetében ugyancsak a vérre vonatkoztatott százalékos aktivitás értéke 17,41%-kal, 23,55%-kal és 37,83%-kal bizonyult kisebbnek. A hasnyálmirigy, a mezenterialis nyirokcsomó és a tüdő esetében a vázolt értékeket közel állandónak találtuk.

A sorrend tekintetében a máj került az első helyre, mutatván az anyagforgalomban betöltött központi szerepét. A többi szerv esetében a megosztási sorrendet hasonlónak tapasztaltuk az előzőekhez, kivéve a szívet, amelynek e helyütt tapasztalt összes aktivitását kielégítő módon még magyarázni nem tudjuk.

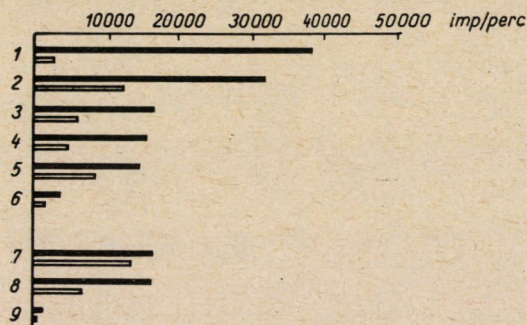
A csontok elemzésekor a következőket tapasztaltuk:

Intravénás úton történő	Szájon át történő beadás esetében
1. Mellcsont (38237 — 1812)	Combesontból származó prox. ízületi fej (13455 — 1145)
2. Hátsigolya (31515 — 1494)	Hátsigolya (12247 — 1042)
3. Koponyacsont (os parietale) (16692 — 791)	Borda (8159 — 694)
4. Combesontból származó vörös csontvelő (16275 — 771)	Vörös csontvelő (6506 — 554)
5. Combesontból származó prox. ízületi fej (16250 — 770)	Koponyacsont (os parietale) (5775 — 491)
6. Lapocka (15178 — 719)	Lapocka (4388 — 373)
7. Borda (14367 — 681)	Mellcsont (2506 — 213)
8. Combesont (3431 — 163)	Combesont (1352 — 115)
9. Combesontból származó sárga csontvelő (1001 — 47) (lásd 2. ábra.)	Sárga csontvelő (260 — 22)

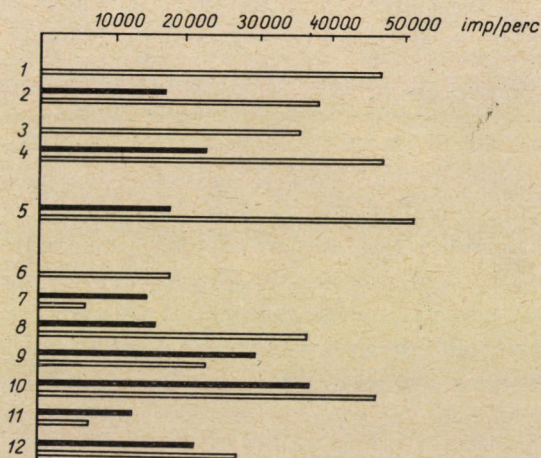
Az összeállítás igazolja azokat a megfigyeléseket, amelyek a csőves-csontok ízületi fejének aránylag magas foszfátázetartalmára vonatkoznak [11, 12, 13].

A laposcsontok esetében észlelt aktivitás értékek, az azokban helyet foglaló vöröscsontvelő jelentős mennyiségére vezethetők vissza. Az általunk vizsgált csővescsont, a combesont aránylag csekély radioaktivitását a csőves-csontok foszfátartalmának kevésbé intenzív biológiai felezésidejével magyarázzuk. HEVESY, LEVI és REBBE [8] ugyanis megállapították, hogy az 50 napos kísérleti időszak alatt az epiphysisek foszfátartalmának 29%-a, a diaphysiseknek (több csontot vizsgáltak) mindössze csupán 7%-a cserélődött ki radiofoszforral. Úgy véljük, hogy az általunk végzett vizsgálatok eredményei a fentieket megerősítették.

Az izotópnak intravénás úton történő bevitelekor az egyes csontoknak a vére számított aktivitási sorrendjében a mellsont, valamint a hátsigolya kiugró aktivitást, míg a többi csont közel azonos abszolút aktivitást mutatott.



2. ábra. Csontos váz abszolút aktivitásának változása a P izotóp applikálási módjától függően
1. Mellsont, 2. Hátsigolya, 3. Koponyacsont (os parietale), 4. Lapockacsont, 5. Borda, 6. Combsont, 7. Combsontból származó prox. ízületi fej, 8. Vörös csontvelő, 9. Sárga csontvelő



3. ábra. Gyomor- és bélső abszolút aktivitásának változása a P izotóp applikálási módjától függően

1. Bendő, 2. Bendőtartalom, 3. Recésgyomor, 4. Recéstartalom, 5. Százrétűtartalom, 6. Százrétűgyomor, 7. Oltó, 8. Oltógyomortartalom, 9. Vékonybél, 10. Vékonybél-tartalom, 11. Vastagbél, 12. Vastagbél-tartalom

Szájon át történő bevezetéskor a combsont proximális ízületi feje és a hátsigolya szerepelt kiemelkedő aktivitással; a borda, a koponyacsont (os parietale), a lapocka, a mellsont, valamint a combsont tekintetében tapasztalt értékek egymástól való különbségei nem bizonyultak jelentősnek.

A gyomor- és a bélső egyes részeinek vizsgálatakor (3. ábra) szembe-tűnő a sorrendnek jelentős változása, melyet az applikálás módja magyaráz, s melyet az alábbiak szemléletesen bizonyítanak:

Intravénás úton történő

Szájon át történő

beadás esetében

1. Vékonybél tartalom (37027 — 1755 — 0,27)	Százrétű tartalom (51472 — 4381 — 0,35)
2. Recéstartalom (22151 — 1018)	Recéstartalom (47204 — 4017)
3. Vastagbél tartalom (21303 — 1010 — 0,29)	Vékonybél tartalom (46228 — 3934 — 0,34)
4. Százrétű tartalom (17953 — 851 — 0,12)	Bendőtartalom (38043 — 3238 — 0,33)
5. Bendőtartalom (17059 — 808 — 0,15)	Oltótartalom (36673 — 3121 — 0,26)
6. Oltótartalom (15836 — 751 — 0,11)	Vastagbél tartalom (27068 — 2304 — 0,37)
1/a. Vékonybél (29491 — 1398 — 0,20)	Bendő (46899 — 3991 — 0,39)
2/a. Oltó (14599 — 692 — 0,13)	Recés (35322 — 3006)
3/a. Vastagbél (12418 — 589 — 0,13)	Vékonybél (22767 — 1938 — 0,15)
4/a. Bendő (—)	Százrétű (18001 — 1532 — 0,20)
5/a. Recés (—)	Vastagbél (6582 — 560 — 0,07)
6/a. Százrétű (—)	Oltó (5862 — 499 — 0,05)

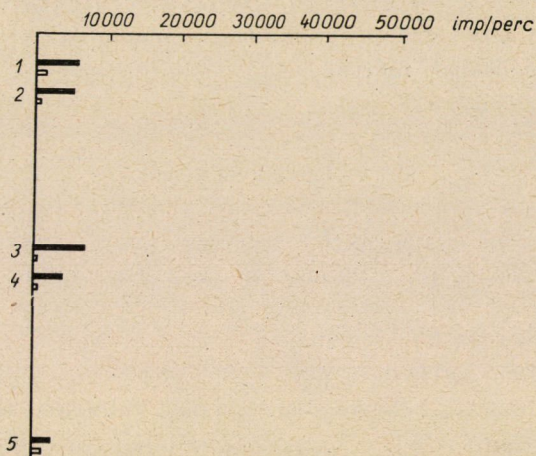
Az elmondottak igazolják, hogy a véráramba juttatott izotópnak a vékonybél fal által történő kiválasztása igen élénk folyamatnak tekinthető. Meggyőzően bizonyítják ezt egyrészt az abszolút, valamint a standard specifikus aktivitás, másrészt a vérre vonatkoztatott értékek is.

A szájon át történő bevétel esetében tapasztaltak mutatják, hogy a radioaktív elem főként a százrétű-, a recésgyomor, valamint a vékonybél tartalmába jut, s csak kisebb mértékben tapasztalható a gyomrok, valamint a bélcsatorna falának különböző részeiben.

Az intravénás beadáskor a vékonybél fal, továbbá a vékonybél tartalom esetében tapasztalt maximális abszolút aktivitási értékeket elsősorban az „aktív” sejttevékenység, s az ezzel kapcsolatos bél-foszfátidok szerepe bizonyítja [12]. Ismeretes ugyanis, hogy a P^{32} -nek a különböző foszfátida frakciókba való beépülés sebessége a bélnyálkahártyában igen kifejezett, míg a gyomorban és a vastagbélben ez jelentéktelen [3].

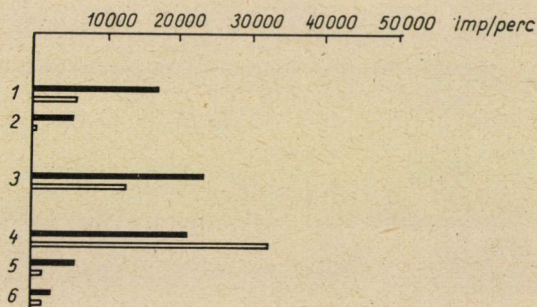
A parenterálisan juttatott P^{32} -nek a vékonybélben való nagymértékű megjelenését tapasztalta ugyancsak ARTOM és CORNATZER [1]. A szerzők patkányokban megfigyelték, hogy lipoidokban gazdag diéta etetésekor a véráramba bevitt aktív NaH_2PO_4 -nek a vékonybél üregébe történő kiválasztása rendkívül gyors és nagymértékű. Az említettek a bélnyálkahártyában jelenlevő foszfátidok élénk anyagszeréjével magyarázhatók.

E helyütt kívánjuk megjegyezni, habár a radiofoszfor intravénás juttatásakor a bendőfal abszolút aktivitását nem állott módunkban meghatározni, WRIGHT és SMITH megállapításait [17, 19] idézzük, akik hangsúlyozzák, hogy a bendőfolyadék nagy aktivitás értéke nem csupán az emésztőcső különböző



4. ábra. Egyes izmok, valamint egyéb szervek abszolút aktivitásának változása a P izotóp applikálási módjától függően

1. Üvegtest, 2. Bőr, 3. Bordaközi izmok, 4. Karcúizom, 5. Vér



5. ábra. A vizsgált mintáknak a P izotóp applikálási módjától függő, összegezett abszolút aktivitás értékei

1. Csont és csontvelő, 2. Izomszövet, 3. Mirigyos szervek, 4. Emésztőcső, 5. Bőr, 6. Vér

mirigytevékenységének következménye lehet, hanem elsősorban a bendőfal foszfort bevásárló tulajdonságáé is.

A szerzők a továbbiakban kiemelik a juh oltógyomrát, valamint vékonybelének ileális részét, amely szakaszokban igen kifejezett radiofoszfor felszívódást, illetőleg szekreciót mértek.

Az izmok tekintetében megjegyezzük, hogy a tapasztalt csekély abszolút aktivitás magyarázatát az izomszövet foszforilációs folyamatainak mértékében, valamint sebességében kell keresni, hiszen az említettek jóval alatta

maradnak más szervek és szövetek hasonló értékének. (A standard-specifikus aktivitás értéke a radiofoszfor vérbe történő juttatásakor 0,04-nek, orális applikálás esetében 0,003-nak bizonyult.) Ezt igazolják egyébként SACKS megfigyelései [14] is (lásd 4. ábra).

Az üvegtést, a bőr esetében a tapasztalt értékeket az intravénás úton kezelt állatban közel azonosaknak, míg a szájon át történő bevezetés során erősen különbözőeknek mértük.

Következtetések

A P^{32} izotóp segítségével a szervezet foszfor anyagcseréjének ütemére, kiválasztási sebességére, valamint az egyes szervek foszfortartalmára lehet következtetni.

A lágy szervek közül a máj, a vese, a csontos váz részei közül a lapos csontok, továbbá az ízületi porcogók radiofoszfort inkorporáló képessége, valamint a gyomor- és bélső egyes részeinek különböző foszfátokat kiválasztó tulajdonsága jelentős (l. 5. ábra). Az általunk tapasztaltak az említett szervek fokozott foszfataze aktivitása, illetőleg a foszforilációs folyamatokban betöltött szerepéből adódik.

IRODALOM

1. ARTOM, C.—CORNATZER, W. E.: (1946) Action of choline and fat on the formation of phospholipids in the intestine. *J. Biol. Chem.*, **165**, 393—394.
2. ATEN, A. H. W. Jr.—HEVESY, G.: (1938) Formation of milk. *Nature*, **142**, 111—112.
3. CHARGAFF, E.—OLSON, K. B.—PARTINGTON, P. F.: (1940) The formation of phosphatides in the organism under normal and pathological conditions. *J. Biol. Chem.*, **134**, 505—514.
4. CHIEVITZ, Ö.—HEVESY, G.: (1935) Radioactive indicators in study of phosphorus metabolism in rats. *Nature*, **136**, 754—755.
5. FLORESCU, ST.: (1959) Considerații asupra vitezei de absorbție și eliminare a P^{32} administrat intravenos și per os la oai cu fistula rumenului. *Lucrările Științifice ale Institutului de Cercetări Zootehnice*, **17**, 395—405.
6. GAUNT, W. E.—GRIFFITH, H. D.—IRVING, J. T.: (1941—42) The assimilation of radioactive phosphorus following phosphorus deficiency in rats. *J. Physiol.*, **100**, 372—384.
7. GRODZENSKI, D. E.—ZAMICKINA, S. C.—KOROLJEVA, I. E.: (1953) *Trudü po primenyiju radioaktivnüh izotopov v medicine*, Medgiz, Moszkva.
8. HEVESY, G.—LEVI, H. B.—REBBE, O. H.: (1946) Rate of „rejuvenation” of the skeleton. *Biochem. J.*, **34**, 532—537.
9. HEVESY, G.—REBBE, O.: (1938) Molecular „rejuvenation” of muscle tissue. *Nature*, **141**, 1097—1098.
10. LEBEGYEV, J. A.—ABROSZIMOVA, P. SZ.—MURAVJEVA, N. J.: (1954) *Primenenie metoda mecenüh atomov v izucsenii processzov obmena foszfora u rasztuscsego krupnogo rogatogo szkota*. *Zsivotnovodstvo*, **8**, 85—90.
11. ROBINSON, R.: (1932) Bone phosphatase, *Ergebn. Enzymforsch.* **1**, 280.
12. ROBINSON, A.—PERLMAN, I.—RUBEN, S.—CHAIKOFF, I. L.: (1938) Formation of radio-phospholipid by isolated tissues of rat. *Nature*, **141**, 119—120.
13. ROCHE, J.—FILIPPI, A.—LEANDRI, A.: (1939) *Recherches sur l'ossification. III. La phosphatase des os longs aux diverses etapes de la croissance*. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **19**, 1314—1324.
14. SACKS, J.: (1951) Phosphatase transport and turnover in liver. *Arch. Biochem.*, **30**, 423—437.

15. SMITH, A. H.—KLEIBER, M.—BLACK, A. L.—EDICK, M.—ROBINSON, R. R.—HEITMAN, H. JR.: (1951) Distribution of intravenously injected radioactive phosphorus (P³²) among swine tissues. *Anim. Sci.*, **10**, 893—901.
16. SMITH, A. H.—KLEIBER, M.—BLACK, A. L.—LUICK, J. R.—LARSON, R. F.—WEIR, W. C.: (1952) Distribution of intravenously injected radioactive phosphorus (P³²) among sheep tissues. *Anim. Sci.*, **11**, 638—645.
17. SMITH, A. H.—SPOON, E. J.—WINGET, C. M.: (1957) Transfer of phosphate in the digestive tract. IV. Turkeys. *J. Nutr.*, **61**, 373—380.
18. VERTUNOV, A. I.: (1957) Izucsenie obmena foszfora i molocsnüh korov i molodnyaka krupnogo rogatogo szkota metodo- mecsenüh atomov. *Szbornyik rabot, VIEV, Moszkva-Kuzminki*, 5—13.
19. WRIGHT, E.: (1955) Site of phosphorus absorption in the sheep. *Nature*, **176**, 351—352.

(Érkezett: 1964. november 17-én)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВНЕСЕННОГО РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ P³² В ОРГАНИЗМЕ ОВЕЦ

Л. ПЕНЗЕШ и Г. ШЕБЕШТЕН

Резюме

Авторы исследовали распределение радиофосфора в организме овец при внесении интравенно или через рот NaH₂PO₄, меченного с P³². Авторами установлено, что при внесении изотопа фосфора в кровь он в значительной мере накапливается в почках, а при внесении его через рот (в рубец), максимальная радиоактивность была проявлена печенью. У остальных исследованных мягких органов определенные количества радиофосфора, отнесенные к радиоактивности крови, обнаружили только небольшие отклонения друг от друга.

При анализе костей, как при внесении интравенно, так и при внесении через рот позвонок проявил наибольшую радиоактивность. В то же время у плоских костей, за исключением грудной кости, эта величина была меньше. Абсолютная активность бедренной кости в обоих случаях оказалась небольшой.

При исследовании желудка и кишечного тракта авторы установили, что 24 часа после интравенного внесения радиофосфора выделение изотопа через почки не является значительным только для этого органа. Но в то же время экскреция через стенку тонкой кишки также происходит в большой мере.

VERTEILUNG VERSCHIEDENARTIG VERABREICHTER P³² IM ORGANISMUS DER SCHAFE

L. PÉNZES—G. SEBESTYÉN

Zusammenfassung

Verfasser untersuchten an zwei Mutterschafen, wie und in welchem Masse sich der in anorganischer Form gegebene P³² bei verschiedenartiger Verabreichung (intravenös und per os) in den verschiedenen Teilen des Wiederkäuer-Organismus verteilt. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse kann gefolgert werden:

1. Bei der Leber und der Niere konnte offensichtlich festgestellt werden, dass die Umwandlung von Isotop in der Leber nach der Absorption sehr ausdrücklich vor sich geht, während sich der radioaktive Phosphor bei intravenöser Verabreichung in der Niere ansammelt bzw. durch die Niere entleert. Bei den übrigen weichen Organen beobachteten Verfasser einen Unterschied — der zwar bezüglich absoluter Aktivitätswerte bedeutend, in auf Blut bezogenen prozentualen Werten aber gering ist.

2. Unter den Knochen zeigte der Rückenwirbel — bei beiden Verabreichungen — eine besondere Aktivität, während die Radioaktivität der flachen Knochen — ausgenommen die vom Brustbein — für geringer als bei den vorigen gefunden wurde. Die absolute Aktivität

vom Schenkelbein war in beiden Fällen gering. Bedeutende Werte wies der Gelenksknorpel auf; seine verhältnismässig grosse Aktivität kann mit seinem hohen Gehalt an Phosphatase erklärt werden.

3. Verfasser stellten bei Untersuchung des Magen- und des Darmkanals fest, dass der Phosphor in 24 Stunden nach der intravenösen Verabreichung vom Isotop in bedeutendem Masse ausscheidet, und zwar nicht nur durch die Niere, sondern auch durch die Wand des Dünndarmes. Die Beobachtungen im Sondierungsversuch können durch die Anhäufung bedeutender aktiven Phosphatmengen, sowie durch die Mikrobentätigkeit der Vormägen erklärt werden.