

H. AINSON

### LÜMFISÜSTEEMI OSAST KANADE KALTSIUMI- JA FOSFORI- AINEVAHETUSES

Kaltsiumi- ja fosfori-ainevahetuse küsimusi kanadel on erialases kirjanduses võrdlemisi mitmekülgset käsitletud (Бауман, 1959, 1962; Резниченко, 1960; Савронь, 1961; Ghany jt., 1961 jt.). Ehkki viimaste aastate tähelepanekud lubavad eeldada, et lümfisüsteemi funktsioon organismi ainevahetuses ei piirdu üksnes-valkude, süsivesikute ja rasvade transpordiga vereringesse (Федорова, 1955; Liguori jt., 1962 jt.), on tema osa mineraalainevahetuses jäänud määratlemata. Lindude lümfisüsteemi uurimise tulemuste hulgas puuduvad täielikult andmed nende lümfi kaltsiumi- ja fosforisisalduse kohta. See on suurelt jaolt tingitud sobiva meetodi puudumisest lümfi saamiseks lindudelt. Üksnes viimastel aastatel välja-töötatud fistulimeetodid kanadelt lümfi saamiseks kaela lümfisoonest (Ainson, 1963; Кондратьев, 1964) võimaldasid asuda detailsemale lindude lümfisüsteemi uurimisele.

Alljärgnevalt esitame kaltsiumi- ja fosforisisalduse määramiste tulemused aastail 1961—1965 kanade veres ja lümfis. Katseobjektideks valiti 140 kolme kuu kuni kahe aasta vanust australorbi tõugu kukke ja kana ning jaotati nad seitsmesse vanuserühma. Paralleelselt veres ja lümfis määrati üldkaltsiumi hulk de Waardti järgi, ioniseeritud kaltsiumi hulk Ettori-Suggani järgi ja anorgaanilise fosfori hulk Fiske-Subbarow' järgi. Saadud tulemused töötati statistiliselt läbi ja esitatakse alljärgnevais tabelleis.

Tabel 1

Üldkaltsiumi hulk (mg%) australorbi tõugu kukkede ja kanade veres ning lümfis

Lindude vanus kuudes	Kukkedel		Kanadel	
	veres	lümfis	veres	lümfis
3	13,11±0,27	14,81±0,26	13,97±0,27	14,50±0,31
4	13,80±0,63	14,30±0,11	16,50±0,58	15,20±0,04
6	11,88±0,40	11,43±0,22	13,50±0,23	12,61±0,10
9	14,53±0,84	11,90±0,37	11,59±0,18	11,11±0,12
12	14,03±0,27	10,64±0,42	16,49±0,21	10,77±0,08
18	17,57±0,46	12,39±0,33	15,97±0,25	14,09±0,24
24	12,99±0,64	11,76±0,15	20,37±0,07	11,49±0,10



Tabelist 1 nähtub, et üldkaltsiumisisalduses esineb statistiliselt oluline erinevus vere ja lümfi vahel. See ilmneb nii kukkedel kui ka kanadel. Jälgides vere üldkaltsiumisisaldust seoses lindude ealiste muutustega, võis täheldada selle tõusu nii kukkedel kui ka kanadel, kusjuures tõus kukkede veres oli piiratum ning väiksemate kõikumistega. Seevastu võib kanadel esineda üldkaltsiumisisalduses küllaltki suuri, munemistsükli omapärast tingitud kõikumisi. Need raskendavad lindude vere üldkaltsiumisisalduses sooliste erinevuste kindlakstegemist. Katsete tulemused lubavad siiski väita, et üldkaltsiumi kontsentratsioon kukkede veres on madalam kui kanadel.

Vastupidi verele täheldati lümfi üldkaltsiumisisalduses kahanemistendentsi seoses lindude ontogeneesiga. Need muutused olid märksa ühesuunalisemad ja nende amplituud oli väiksem kui veres. Märgatavalt nõrgemini kajastas lümfi üldkaltsiumisisaldus ka lindude soolisi erinevusi ja need ei süvenenud vaatlusperioodi vältel.

Ioniseeritud kaltsiumi kontsentratsiooni näitajad lindude veres ja lümfis olid stabiilsemad kui üldkaltsiumisisalduse puhul (vt. tabel 2).

Tabel 2

Ca<sup>++</sup> hulk (mg%) australorbi tõugu kukkede ja kanade veres ning lümfis

Lindude vanus kuudes	Kukkedel		Kanadel	
	veres	lümfis	veres	lümfis
3	8,11±0,11	12,99±0,18	8,63±0,09	11,18±0,12
4	8,17±0,10	12,52±0,10	9,74±0,10	13,07±0,10
6	6,83±0,14	9,72±0,08	7,39±0,12	10,74±0,15
9	8,10±0,10	10,06±0,10	6,21±0,08	9,50±0,06
12	7,74±0,09	8,98±0,10	8,20±0,10	9,13±0,12
18	9,34±0,10	10,40±0,14	7,25±0,14	11,94±0,10
24	6,58±0,07	9,95±0,10	8,81±0,10	9,53±0,10

Tabelist 2 selgub, et ioniseeritud kaltsiumi kontsentratsiooni puhul ei ilmne kukkede ja kanade vereseerumis reeglipäraseid muutusi, mida võiks seostada lindude ealiste muutustega. Katselindude veres sisalduv ioniseeritud kaltsiumi hulk ei peegeldanud ka statistiliselt olulist soolist erinevust kukkede ja kanade vahel. Väheha stabiilsusega muutusi täheldati lümfis sisalduva ioniseeritud kaltsiumi kontsentratsioonis. Kuigi kanade lümfis oli ioniseeritud kaltsiumi hulk mõnevõrra suurem kui kukkedel, ei läinud korda leida selles statistiliselt tõepäraselt soolist erinevust. Küllaltki stabiilseks osutus ioniseeritud kaltsiumi hulk lümfis katselindude ealiste muutuste suhtes. Ehkki sel puhul võis täheldada teatavat kahanemist Ca<sup>++</sup> kontsentratsioonis, polnud see seostatav niivõrd lindude vanusega kui-võrd sesoonsete mõjutustega ja munemistsükli omapäraga.

Kui ioniseeritud kaltsium moodustas veres  $\frac{1}{2}$ – $\frac{2}{3}$  üldkaltsiumi kogusest, siis lümfis oli tema osaks  $\frac{3}{4}$ . Ehkki lindude vanusemäära tõusuga kahanes neil ioniseeritud kaltsiumi hulk nii veres kui ka lümfis, viimases isegi ulatuslikumalt (näit. oli kaheaastaste kukkede veres Ca<sup>++</sup> 18,87%, lümfis aga 23,40% vähem kui kolmekuistel kukkedel), jäi ioniseeritud kaltsiumi sisaldus lümfis ometi tunduvalt kõrgemaks kui veres.

Eespool nimetati katselindudel reeglipärase ealiste ja sooliste erinevuste puudumist vere ja lümfi ioniseeritud kaltsiumi üldhulgas. Tuleb



aga tähendada, et ioniseeritud kaltsiumi ja üldkaltsiumi hulga vahekorras väljendusid lindude ealised muutused küllalt ilmekalt. Nimelt langes neil vanusemäära tõustes ioniseeritud kaltsiumi osa üldisest kaltsiumi hulgast nii veres kui ka lümfis pidevalt. Sellises kahane-mises võib vere osas tähel-dada ka soolist omapära, sest kanadel toimub see kiiremini ja ulatuslikumalt kui kukkedel. Lümfis taoli-sed muutused nii iseloo-mulikult ei kulge.

Teatavasti osutatakse vere fosforifraktsioonidest suurimat tähelepanu anorgaanilisele fosforile (Тодоров, 1963). Meie poolt määratud anorgaanilise fosfori sisalduses ilmnes oluline erinevus (vt. tabel 4). Selgus, et nii kukkede kui ka kanade vereseerumis sisaldub anorgaanilist fosforit suuremas koguses kui lümfiseerumis. Erinevus mõlema näitaja vahel oli kogu katseperioodil statistiliselt tõepärane ning suurem kui üldkaltsiumi-sisalduse puhul veres ja lümfis.

Tabel 3

Ca<sup>++</sup> ja üldkaltsiumi suhe (%-des) australorbi tõugu kukkede ja kanade veres ning lümfis

Lindude vanus kuudes	Kukkedel		Kanadel	
	veres	lümfis	veres	lümfis
3	61,9	87,7	61,8	77,1
4	59,2	87,5	59,0	86,0
6	57,5	85,0	54,7	85,2
9	55,7	84,5	53,6	85,5
12	55,2	84,4	49,7	84,8
18	53,2	83,9	45,4	84,7
24	50,7	84,6	43,2	82,9

Tabel 4

Anorgaanilise fosfori hulk australorbi tõugu kukkede ja kanade veres ning lümfis

Lindude vanus kuudes	Kukkedel		Kanadel	
	veres	lümfis	veres	lümfis
3	6,10±0,14	5,33±0,14	6,30±0,06	5,20±0,09
4	7,20±0,28	6,20±0,21	6,75±0,19	5,50±0,21
6	6,74±0,22	5,99±0,07	6,12±0,10	5,56±0,08
9	7,81±0,35	6,41±0,36	5,66±0,10	5,28±0,10
12	7,19±0,25	5,75±0,12	7,91±0,11	5,96±0,07
18	4,88±0,05	4,17±0,11	5,29±0,17	4,80±0,05
24	6,38±0,21	6,04±0,05	5,74±0,31	5,11±0,18

Lindude ealised muutused avaldasid nende vere ja lümfi anorgaanilise fosfori sisaldusele märksa vähem mõju, kui seda täheldati üldkaltsiumi puhul. Tundub, et need kõikumised on eelkõige seostatavad sesoonsete ümberkorraldustega linnu organismis. Selles osas ühtivad meie andmed teiste uurijate tähelepanekutega. Näit. märgivad H. B. Joshi jt. (1963) anorgaanilise fosfori kontsentratsiooni tunduvalt langust lindude vereseerumis nende sulgimisperioodil.

Sooliste erinevuste osas ilmnes anorgaanilise fosfori kõrgem sisaldus kukkede veres 4.—9. elukuul ja kanade veres pärast üheksandat elukuud. Kirjanduses leiduvad vasturääkivad andmed lindude vereseerumi fosfori-sisalduse kohta (Анищенко, 1958; Nangia jt., 1963 jt.) on tõenäoliselt seletatavad vereseerumi fosforipeeglis ealise faktori arvestamata jätmis-



sega sooliste erinevuste määramisel. Lümfis osutusid soolised erinevused mõnevõrra väiksemateks kui veres, kusjuures kukkedel oli anorgaanilise fosfori sisaldus lümfis siiski peaaegu kogu katseperioodil suurem kui kanadel.

Et vere ja lümfi koostisosade sisalduse vahekorras esinevad muutused kajastavad ühtlasi kapillaaride permeaabluse muutusi (Жданов, 1952), siis pakkus hüvi jälgida kaltsiumi- ja fosforisisalduse kõikumisi veres ning lümfis paralleelselt. Siinkohal märgitagu, et diferents vere ja lümfi üldkaltsiumisisalduse vahel süveneb lindudel ontogeneesi vältel (vt. tabel 5).

Tabel 5

Vere ja lümfi üldkaltsiumi-  
sisalduse koefitsient lindudel

Lindude vanus kuudes	Kuked	Kanad
3	0,89	0,96
4	0,97	1,09
6	1,04	1,07
9	1,22	1,04
12	1,34	1,53
18	1,42	1,13
24	1,10	1,77

Erinevuse süvenemine vere ja lümfi vahel üldkaltsiumisisalduses ilmnes kukkedel võrdlemisi varakult ja kestis lindudel 1½ aasta vanuseni. Näib, et antud juhul on tegemist kapillaaride permeaabluse vähenemisega, mis on korrelatsioonis lindude vanusega. Kanadel algas vahe süvenemine vere ja lümfi üldkaltsiumisisalduses mõnevõrra hiljem ja püsis mõningate kõikumistega katseperioodi lõpuni. Et see näitaja on küllaltki kõikumiv, ei saa tema põhjal esile tuua mingeid seaduspärasusi. Küll aga peaksid esitatud andmed tõendama, et üldkaltsiumisisaldus lindude veres ja lümfis allub märkimisväärselt muutustele nende ontogeneesi vältel, kusjuures ta ei pruugi veres sugugi alati olla kõrgem kui lümfis. Tundub, et mitmel autoril (Arnold, Mendel, 1927; Heim, 1933; Bierman jt., 1953; Кондратьев, 1961) saa-

dud vastupidised tulemused on tingitud katseobjekti erineva arenemisstaadiumi arvestamata jätmisest.

Ioniseeritud kaltsiumi hulga määramine paralleelselt veres ja lümfis näitas vastava diferentsi süvenemist (vt. tabel 6).

Erinevalt kukkedest, kellel täheldatud koefitsient ( $\frac{\text{Ca}^{++}_{\text{veres}}}{\text{Ca}^{++}_{\text{lümfi}}}$ ) peaaegu kogu katseperioodil pidevalt kasvas, algas kanadel vere ja lümfi vahelise erinevuse süvenemine ioniseeritud kaltsiumi

Tabel 6

Vere ja lümfi  $\text{Ca}^{++}$ -sisalduse  
koefitsient lindudel

Lindude vanus kuudes	Kuked	Kanad
3	0,62	0,77
4	0,65	0,75
6	0,70	0,69
9	0,81	0,65
12	0,86	0,89
18	0,90	0,61
24	0,66	0,93

Tabel 7

Vere ja lümfi anorgaanilise  
fosfori sisalduse koefitsient  
lindudel

Lindude vanus kuudes	Kuked	Kanad
3	1,15	1,21
4	1,16	1,23
6	1,13	1,10
9	1,22	1,07
12	1,25	1,33
18	1,17	1,10
24	1,13	1,12



sisalduses alles 12 kuu vanuselt ega kulgenud ka siis kogu aja ühesuunaliselt.

Suhe  $P_{\text{veres}}/P_{\text{lümfis}}$  oli muutuste suuna poolest tunduvalt labiilsem, kui seda võis täheldada kaltsiumi puhul (vt. tabel 7).

Kui katsete algul oli vere ja lümfi fosforisisalduse koefitsient kanadel kõrgem kui kukkedel, siis 6.—9. elukuu jooksul kujunes ta suuremaks juba kukkedel ja katsete lõpul (18—24 kuu vanustel lindudel) osutus võrdseks mõlemal. Fosforisisalduse koefitsient langes kanadel enam kui kukkedel. Üldse on fosforisisalduse koefitsiendi muutused üldjoontes vastupidised vere ja lümfi kaltsiumisisalduse vahekorra muutustele.

Katsetulemuste põhjal arvutati välja ka üldkaltsiumi ja anorgaanilise fosfori suhe vere- ja lümfiseerumis. Ilmnes, et nii kukkede kui ka kanade lümfis on kaltsiumi ja fosfori vahekord üheksa kuu vanuseni kõrgem (näit. kuuekuiste kukkede lümfis  $Ca/P = 1,91:1$ ) kui veres ( $Ca/P = 1,76:1$ ). Edasi aga nihkub tasakaal verekaltsiumi suunas, sest veres kasvab kaltsiumi hulk kiiremini kui lümfis. Viimases on  $Ca/P$  koefitsiendi kasv tunduvalt aeglasem või puudub peaaegu täielikult. Huvitav on aga märkida, et lindude 18. elukuul kasvas kaltsiumi ja fosfori suhe hüppeliselt nii kukkede kui ka kanade veres ja lümfis. Selline hüppelisus oli kukkedel tingitud eeskätt kaltsiumisisalduse järsust tõusust nii veres kui ka lümfis. Kanadel oli kaltsiumi hulga kasv ilmekam lümfis. Samal ajal langes anorgaanilise fosfori hulk veres ja lümfis, mis määraski esinenud järsu hüppe ulatuse. Tõenäoliselt on siin määravaks sesoonsed ümberkorraldused lindude organismis, sest  $Ca/P$  koefitsiendi järsk tõus ühtis antud juhul lindude sulgimisperioodiga.

## Järeldused

1. Üldkaltsiumi kontsentratsioon on lindude lümfiseerumis erinev tema kontsentratsioonist vereseerumis ning selles esinevad nii ealis-sesoonsed muutused kui ka soolised erinevused.

2. Lümfis üldkaltsiumist moodustab lindudel valdava osa ioniseeritud kaltsium ning tema absoluuthulk lümfis on kõrgem kui veres.

3. Anorgaanilise fosfori hulk lindude vereseerumis on kõrgem kui lümfiseerumis ning selles esinevad ealis-sesoonsed muutused ja soolised erinevused on väiksema ulatusega kui kaltsiumisisalduses.

4. Muutused vere ning lümfi kaltsiumi ja fosfori tasakaalus alluvad ealis-sesoonsetele ümberkorraldustele linnu organismis ja on veres ulatuslikumad kui lümfis.

5. Koefitsiendi väljaarvutamine vere ja lümfi üldkaltsiumi, ioniseeritud kaltsiumi ja anorgaanilise fosfori hulga suhte põhjal võimaldab täpsustada nende ainete organismisisesesse transporti puutuvaid küsimusi.

6. Lümfisüsteemil on täita küllaltki oluline osa vere kaltsiumi- ja fosforisisalduse reguleerimisel, eriti ioniseeritud kaltsiumi viimisel vere- ringesse.

## KIRJANDUS

- Ainsoo H., 1963. Eksperimentaalsest lümfifistulist kanadel. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria 12 (3) : 202.
- Arnold R. M., Mendel L. B., 1927. Interrelationships between the chemical composition of the blood and lymph of the dog. J. Biol. Chem. 72 : 189.
- Bierman H. R., Byron R. L. jun., Kelly K. H., Gilfilan R. S., White L. P., Freeman N. E., Petrakis N. L., 1953. The characteristics of thoracic duct lymph in man. J. Clin. Invest. 32 : 637.



- Ghany M. A., Badreldin A. L., Shafie M. M., Afifi Y. A., 1961. Effect of sex, sexual maturity, and egg laying capacity on blood constituents in foyomi, and Rhode Island red chickens. *J. Animal. Product. U.A.R.* 1 (2) : 169.
- Heim J. W., 1933. On the chemical composition of lymph from subcutaneous vessels. *Amer. J. Physiol.* 103 (2) : 553.
- Joshi H. B., Rajdan M. N., Pal A. K., 1963. Studies on avian blood. I. Some chemical constituents of chicken blood. *Indian Veterin. J.* 40 (8) : 468.
- Liguori G., Guiso G. F., Cicu M., Rocca Rossetti S., Aresu R., 1962. Ricerche sulla composizione della linfa umana. III. Elettroliti e concentrazione idrogenionica. *Boll. Soc. ital. biol. sperim.* 38 (1) : 14.
- Nangia O. P., Joshi H. B., Rajdan M. N., Pal A. K., 1963. Possible changes in some of the chemical constituents in blood of chicken under different physiological status. *Indian J. Physiol.* 17 (1) : 1.
- Анищенко А. К., 1958. Значение кальция и витамина D в сохранении естественной устойчивости кур к туберкулезной инфекции. Рукопись дисс. канд. вет. н. Рига.
- Бауман В. К., 1959. О физиологической роли соединений кальция в крови кур. Тр. сектора физиол. животных Ин-та биол. АН ЛатвССР 2 : 125.
- Бауман В. К., 1962. Влияние витамина D на обмен кальция и фосфора у кур и цыплят, содержащихся на низкокальциевом рационе. *Физиол. и биохим. питания с.-х. животных* 3 : 43. Рига.
- Жданов Д. А., 1952. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. Л.
- Кондратьев В. С., 1961. Способы получения, некоторые физико-химические свойства, морфологический состав лимфы и характеристика лимфотока у крупного рогатого скота. Рукопись дисс. канд. вет. н. Тарту.
- Кондратьев В. С., 1964. Получение периферической лимфы у кур. Сб. работ Ленингр. вет. ин-та 25 : 340.
- Резниченко Л. П., 1960. Онтогенетические и функциональные изменения некоторых сторон белкового и минерального обмена у кур с разным направлением продуктивности. Сб. работ молодых ученых. Всес. н.-и. ин-т птицеводства 3 : 140.
- Савронь Е. С., 1961. Новые данные по минеральному обмену с.-х. птиц. Материалы Всес. конф. по биохим. с.-х. животных : 80.
- Тодоров И., 1963. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София.
- Федорова А. В., 1955. Содержание гистамина, активность гистаминазы и истинной холинэстеразы в крови и в лимфе в норме и при воспалении. Рукопись дисс. канд. биол. н. Л.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Eksperimentaalbioloogia Instituut*

Saabus toimetusse  
17. XII 1965

Х. АЙНСОН

## О РОЛИ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ОБМЕНЕ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА У КУР

*Резюме*

На 140 курах породы австралорп автор исследовал содержание общего кальция, ионизированного кальция и неорганического фосфора в крови и лимфе.

Результаты опытов показали, что по концентрации общего кальция кровь и лимфа отличаются друг от друга и что ионизированный кальций составляет большую часть кальция лимфы.

Было также установлено, что концентрация неорганического фосфора в сыворотке крови выше, чем в сыворотке лимфы, и что возрастно-сезонные изменения, а также половые различия в ней представлены слабее, чем в концентрации кальция.

Выяснилось, что изменения в соотношении кальция и фосфора подчиняются возрастно-сезонной перестройке организма птиц и представлены в крови более характерно, чем в лимфе. Отмечено, что сравнение концентраций общего кальция, ионизированного кальция и неорганического фосфора в крови и в лимфе между собой позволяет более детально подойти к разрешению вопросов транспорта указанных веществ в организме.

Автор приходит к выводу, что лимфатическая система у птиц имеет немаловажное значение в деле регулирования уровня кальция и фосфора крови и, в особенности, в транспортировке ионизированного кальция в общий круг кровообращения.

*Институт экспериментальной биологии  
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию  
17/XII 1965



H. AINSON

## ON THE ROLE OF THE LYMPH SYSTEM IN THE METABOLISM OF CALCIUM AND PHOSPHORUS IN HENS

## Summary

As established in the course of experiments, blood and lymph differ from each other in the composition of calcium and phosphorus. It was also revealed that among the general amount of calcium in lymph, the overwhelming majority belongs to the ionized calcium.

The author is of the opinion that the lymph system takes part in the regulation of the level of the composition of calcium and phosphorus and that it is one of the most important factors in the transport of ionized calcium into the blood circulation.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Experimental Biology

Received  
Dec. 17, 1965