

RATSUHEVOSTEN VEREN HEMOGLOBIINI-, GLUKOOSI- JA SEERUMIN KOLESTEROLI-, KIVENNÄIS- JA HIVENAINEPITOISUUKSISTA

I. Erot eri ikäisten ja eri talleissa pidettyjen hevosten välillä

VAPPU KOSSILA, EERO TANHUANPÄÄ, ERKKI VIRTANEN ja ESKO LUOMA

Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitos ja eläinlääketieteen laitos.

Saapunut 17. 10. 1972

BLOOD LEVELS OF HEMOGLOBIN, GLUCOSE, CHOLESTEROL, MINERALS AND TRACE ELEMENTS IN SADDLE HORSES. I. DIFFERENCES DUE TO AGE AND MAINTENANCE

VAPPU KOSSILA, EERO TANHUANPÄÄ, ERKKI VIRTANEN and ESKO LUOMA

Department of Animal Husbandry and Institute of Veterinary Medicine, University of Helsinki

Abstract. Jugular blood samples were drawn from 5 colts and 63 horses maintained in three different riding stables in Helsinki. Horses in stable I originated mainly from Poland, those in stable II were born in Finland and those in stable III originated mainly from Denmark. Blood hemoglobin (Hb), hematocrit (Hc), glucose and serum total cholesterol (Chol), Ca, Mg, inorganic P, K, Na, Fe, Cu and Zn were determined. Crude fibre, crude protein, ash, mineral and trace element contents of the feeds used in the three stables were also analyzed. Mean daily intake of each nutrient per horse in the three stables was estimated on the basis of previous feed intake studies performed with horses of stable III (KOSSILA et al. 1972c).

The highest average blood Hc and serum Ca, Mg, K and Fe but the lowest P and Na levels were found in I. The highest mean levels of glucose but the lowest mean levels of Hc, Cu, and Zn were found in II. The highest mean levels of P, Na, Cu and Zn but the lowest levels of Hb, Chol, Ca, Mg, K and Fe were found in III. The results of the study indicated that the serum levels of Ca, Mg, K, Cu and Zn in mature saddle horses are influenced by the levels of these elements in the diet.

Effect of age on blood composition was also studied. It was found that the young animals had higher average glucose, Ca, P and K but the lower Mg, Na, Fe, Cu and Zn levels than the older ones. 7 to 12 years old horses had the highest mean Hb, Hc, Chol, Mg and Zn but the lowest glucose and P levels. Horses over 12 years old had the highest mean Cu but the lowest Ca and K levels.

Ratsuhevosten veren kivennäis- ja hivenainepitoisuuksista ei oloissamme ole juuri suoritettu tutkimuksia. Hevosten ravitsemustilanteen ja kunnan toteamisessa verianalyysistä saattaisi kuitenkin olla apua. Tästä syystä katsottiin aiheelliseksi suorittaa veritutkimuksia vertailuaineiston saamiseksi lähinnä lämminveriratsuja varten. Tutkimuksen päätarkoituksena on ollut selvittää veren kivennäis- ja hivenainepitoisuuksien vaihteluita, joskin muitakin veren komponentteja on otettu tutkimuksen kohteeksi.

Aineisto ja menetelmät

Verinäytteet kerättiin sisäruokintakaudella 24. 4. ja 8. 5. 1972 kolmen Helsingissä sijaitsevan tallin 5 varsasta ja 63 hevosesta. I-tallin 16 hevosesta 11 oli Puolasta maahan tuotuja ja 5 Tanskasta. II-tallin 5 varsaa ja 23 hevosta olivat Suomessa syntyneitä, 1 hevonen oli Neuvostoliitosta ja 1 Puolasta maahan tuotuja. III-tallin 22 hevosesta 16 oli Tanskasta tuotettuja, 2 oli Suomessa syntyneitä ja 4 muualta tuotuja (Ruotsista, Norjasta, Englannista). Kaikki hevoset olivat olleet koetalleissa vähintään yhden sisäruokintakauden.

Hevosten rehut ja ruokinta. I-tallin hevoset saivat verinäytteen ottoajankohtaa edeltäneinä kuukausina timotei-apilaheinää, kauroja jyvänä sekä kivennäis-suolaseosta, joka sisälsi 23 % Ca, 9 % P, 14 % NaCl sekä hivenaineita (Fe, Zu, Cu, Co, J). Aamuheinät ja -kaurat annettiin klo 7, päiväheinät klo 13 ja iltahainät ja -kaurat klo 18. Kuivikkeina käytettiin viljanolkia.

II-tallin hevoset saivat timoteiheiniä sekä väkirehuseosta, joka sisälsi rouhittua kauraa ja Promeca-rehua suhteessa 8:1. Kivennäisseosta (Ca 23.5 %, P 10 %, NaCl 12.9 %, Mg 2 %; hivenaineista Fe, Zn, Cu, Co ja J; vitamiineista A, D ja E) hevoset saivat 30—50 g/pv. Heinät annettiin klo 6, 12, 15 ja 21 ja väkirehu klo 8 ja 17. Kuivikkeina käytettiin turvepehkuu.

III-tallin hevoset saivat verinäytteenottoajankohtaa edeltäneenä talvikautena apilarikasta heinää, joskin huhtikuun aikana ne saivat laadullisesti heikompaa sekaheinää (timoteita, rikkaruohoja, lauhaa yms.). Kaura annettiin jyvänä. Aamukaurat annettiin klo 7, aamuheinät klo 10, päiväheinät klo 13 ja iltahainät ja -kaurat klo 18. Osa hevosista sai jonkin verran vehnänleseitä, soijajauhoa ja Racing Speed-tiivistettä. Kivennäis-suolaseosta, joka koostumukseltaan oli sama kuin II tallissa käytetty, hevoset saivat maaliskuun huhtikuussa 16 kertaa n. 40 g kerrallaan. Kuivikkeina käytettiin kutteripurua.

Jokaisessa tallissa hevosten karsinoissa oli automaattiset juomakupit. Huhti-toukuun vaihteessa otettiin jokaisesta tallista heinä- ja kaura tai väkirehuseosnäytteet rehu-analyysiä varten (Taulukko 1). Rehuanalyysissä käytetyt menetelmät on selostettu aikaisemmin (KOSSILA et al. 1972c).

Aikaisemmin III-tallin hevosilla suoritetuissa tutkimuksissa on todettu, että säännöllisesti ratsastetut hevoset syövät heinien kuiva-ainetta (ka) noin 70 % ja väkirehun kuiva-ainetta noin 30 % päivittäisen ka-kulutuksen ollessa keskimäärin 10 kg/550 kg elop. (KOSSILA et al. 1972c). I- ja II-talliin hevosten rehunkulutus ja elopainot eivät ole tiedossa. Suuntaa antavia lukuja eri tallien hevosten ravitsemuksesta voidaan kuitenkin saada olettamalla, että I- ja II-talliin hevosten elopaino ja rehunkulutus on ollut samanlainen kuin III-talliin hevosten. Mainitunlaista laskentaperustetta ja eri talleissa käytettyjen rehujen analyysituloksia (Taulukko 1) käyttämällä on saatu Taulukossa 4 esitetyt luvut, joihin tullaan viittaamaan tulosten tarkastelun yhteydessä.

Verinäytteet. Koska tutkimuksessa pyrittiin saamaan ns. lepoarvot, verinäytteet kerättiin maanantaiaamuisin hevosten seistessä karsinassaan. Samalla kiinnitettiin huomiota hevosten käyttäytymiseen; I-tallin hevoset olivat rauhattomimpia, II-tallin hevosista suurin osa oli rauhallisia ja III-tallin hevoset käyttäytyivät levollisesti.

Verinäytteiden otossa noudatettiin erityistä huolellisuutta kontaminaatioiden välttämiseksi, koska näytteistä analysoitiin hivenaineet. Verenottovälineistön puhdistuksessa

Taulukko 1. Eri talleissa käytettyjen heinien ja kaurojen tai väkirehuseoksen koostumus.

Table 1. Composition of hay and oats or concentrate mixture used in the three stables.

| Talli, <i>Stable</i> | Heinät | | | Kaurat t. väkirehuseos | | |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
| | I | II | III | I | II | III |
| Näytteitä kpl, <i>No. of samples</i> | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Kuiva-aineen koostumus: | | | | | | |
| <i>Composition of dry matter:</i> | | | | | | |
| Raakakuitua, <i>Crude fiber</i> , % | 34.66 | 33.14 | 30.69 | 9.47 | 9.81 | 7.08 |
| Raakavalk., <i>Crude protein</i> , % | 10.71 | 8.02 | 8.58 | 11.87 | 11.83 | 11.85 |
| Tuhkaa, <i>Ash</i> , % | 7.93 | 5.45 | 6.67 | 1.18 | 1.18 | 1.11 |
| Ca g/kg | 7.04 | 3.39 | 4.20 | 0.97 | 0.54 | 1.14 |
| Mg „ | 1.26 | 1.43 | 0.87 | 1.66 | 1.21 | 1.16 |
| P „ | 2.68 | 1.88 | 1.71 | 2.76 | 2.26 | 3.32 |
| K „ | 24.55 | 18.75 | 19.34 | 3.82 | 3.11 | 3.80 |
| Na „ | 4.15 | 0.68 | 1.55 | 0.13 | 0.66 | 0.13 |
| Fe ppm | 73.4 | 63.3 | 235.8 | 65.8 | 53.7 | 59.2 |
| Cu „ | 6.7 | 7.4 | 38.2 | 9.8 | 6.2 | 8.0 |
| Zn „ | 40.7 | 35.6 | 44.5 | 50.4 | 38.4 | 42.5 |
| Mn „ | 73.7 | 49.0 | 77.7 | 48.3 | 40.0 | 48.6 |

käytettiin Amisept-liuosta, jonka mahdollisesti sisältämät kationit oli tarkistettu. Hevosen kaula puhdistettiin ioninvaihtovedellä laimennetulla 70 % alkoholilla. Verinäytteet kerättiin huolellisesti puhdistettuihin heparinisoituihin putkiin, jotka sijoitettiin jääveteen upotettuun telineeseen. Koska hevosen veri laskeutuu nopeasti, pipetoitiin hemoglobiinin (Hb) määrittystä varten tarvittava veri välittömästi verenoton jälkeen tulpalla varustettuihin fotometriputkiin. Hb-lukemat mitattiin 2 tunnin kuluessa verenotosta Beckman B spektrofotometrillä. Hematokriitti (Hc) ja glukoosi (Gluc) määritettiin verenotto-päivänä. Veriseerumista määritettiin kokonaiskolesteroli (Chol), kalsium (Ca) ja epäorgaaninen fosfori (P), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), rauta (Fe), kupari (Cu) ja sinkki (Zn). Verianalyyseissä käytetyt menetelmät on selostettu aikaisemmin (KOSKILA et al. 1972a). Analyysit suoritettiin kotieläintieteen laitoksessa.

Tulokset

Taulukossa 2 esitetään yhteenveto eri talleissa hoidettujen yli 3-vuotiaiden hevosten veriarvoista. Siitä käy ilmi, että I- ja II-tallin hevosten Hb-, kolesteroli, Ca-, Mg-, K- ja Fe-arvot olivat korkeammat mutta Na-, Cu- ja Zn-arvot olivat alhaisemmat kuin III-tallin hevosten vastaavat arvot. I-tallin hevosten seerumin P-taso oli alhaisin. II-tallin hevosten veren glukoositaso oli korkein mutta seerumin Cu- ja Zn-arvot alhaisimmat. II-tallin kuudella yli 12-vuotiaalla hevosella Zn-arvot olivat varsin alhaisia (34–48 µg %). Mainittakoon, että yhdellä näistä oli paha ihottuma.

Taulukossa 3 esitetään hevosten ja varsojen veriarvot ikäryhmittäin. Siitä käy ilmi, että 7–12 vuotiaalla hevosilla Hc-, Hb-, kolesteroli-, Mg-, Fe- ja Zn-arvot olivat korkeim-

Taulukko 2. Kolmessa eri tallissa pidettyjen yli 3-vuotiaiden ratsuhevoisten keski-ikä ja veriartot standardipoikkeaminen.
 Table 2. Blood and serum values (\pm SD) of mature saddle horses maintained in three different stables.

| Talli Stable | N | Keski-ikä v. Mean age, years | mg % | | | | | | | | | | µg % | | |
|-----------------|----|------------------------------------|-----------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------------|---------------|----------|---------------|--------------|--|
| | | | Hb g/ 100 cc | Hc (PVC %) | Gluc. | Chol. | Ca | Mg | P | K | Na | Fe | Cu | Zn | |
| I | 16 | 7.2 | 13.41 ± 2.18 | 38.86 ± 5.43 | 75.2 ± 13.3 | 150.2 ± 13.9 | 14.07 ± 0.49b | 1.96 ± 0.18f | 2.77 ± 0.43a | 20.53 ± 2.93bf | 293.0 ± 3.48e | 161 ± 23 | 81.8 ± 10.8d | 55.8 ± 9.0 | |
| II | 25 | 10.2 | 13.41 ± 1.48 | 37.32 ± 3.98 | 80.5 ± 14.2 | 151.4 ± 11.0f | 13.83 ± 0.54b | 1.90 ± 0.10f | 3.38 ± 0.38b | 18.59 ± 2.11ef | 293.9 ± 3.24 | 155 ± 45 | 68.7 ± 11.8ac | 52.3 ± 9.6c | |
| III | 22 | 10.9 | 12.72 ± 1.31 | 38.03 ± 3.75 | 76.6 ± 12.6 | 143.4 ± 14.2e | 12.81 ± 0.39a | 1.81 ± 0.10e | 3.42 ± 0.53b | 17.16 ± 2.20ac | 295.5 ± 3.36f | 147 ± 33 | 89.6 ± 13.9b | 63.0 ± 15.8d | |

a < b = P < 0.001; c < d = P < 0.01; e < f = P < 0.05; N = tapausen lukumäärä, No. of cases; SD = standard deviation

Taulukko 3. Ratsuhevoisten veriartot ikäryhmittäin.
 Table 3. Blood and serum values (\pm SD) in different age groups of saddle horses.

| Ikä v. Age, years | N | Keski-ikä Mean age, years | mg % | | | | | | | | | | µg % | | |
|-------------------------|----|---------------------------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------|--------------|--------------|--|
| | | | Hb g/ 100 cc | Hc (PVC %) | Gluc. | Chol. | Ca | Mg | P | K | Na | Fe | Cu | Zn | |
| 1-3 | 5 | 2.00 | 12.82 ± 1.84 | 36.32 ± 3.92 | 95.1 ± 12.1df | 145.0 ± 2.1 | 13.77 ± 0.42 | 1.73 ± 0.16e | 5.16 ± 0.37b | 21.35 ± 1.65bf | 288.0 ± 4.0ace | 129 ± 10 | 64.8 ± 7.6c | 44.6 ± 6.3ce | |
| 4-6 | 12 | 4.92 | 12.52 ± 1.73 | 35.50 ± 3.27 | 87.8 ± 11.3d | 147.9 ± 14.8 | 13.83 ± 0.58f | 1.83 ± 0.12 | 3.39 ± 0.52a | 18.97 ± 2.91 | 292.9 ± 3.8f | 149 ± 27 | 78.7 ± 9.8f | 50.9 ± 5.4e | |
| 7-9 | 23 | 7.96 | 13.60 ± 1.64 | 39.66 ± 4.49 | 72.6 ± 12.5c | 149.2 ± 14.3 | 13.47 ± 0.61 | 1.89 ± 0.12f | 3.21 ± 0.61a | 18.67 ± 2.70e | 294.7 ± 3.2b | 158 ± 33 | 80.3 ± 16.2f | 62.1 ± 15.2f | |
| 10-12 | 13 | 10.77 | 13.66 ± 1.63 | 39.01 ± 4.29 | 75.7 ± 11.7c | 151.1 ± 10.0 | 13.64 ± 1.00 | 1.93 ± 0.16f | 3.13 ± 0.42a | 18.91 ± 2.87 | 293.9 ± 3.2d | 150 ± 24 | 73.5 ± 11.2 | 57.1 ± 8.2df | |
| 12 < | 15 | 14.33 | 12.61 ± 1.35 | 36.41 ± 3.47 | 79.7 ± 14.1e | 144.8 ± 13.3 | 13.30 ± 0.67e | 1.87 ± 0.15 | 3.27 ± 0.49a | 17.87 ± 2.37a | 294.8 ± 3.7d | 154 ± 54 | 83.4 ± 19.6 | 53.5 ± 13.6 | |

a < b = P < 0.001; c < d = P < 0.01; e < f = P < 0.05.

mat mutta glukoosiarvot alhaisimmat. Varsoilta tavattiin korkeimmat keskimääräiset glukoosi-, P- ja K-arvot mutta alhaisimmat Mg-, Na-, Fe-, Cu- ja Zn-arvot. Tutkitussa aineistossa glukoosi-, P- ja K-arvot pyrkivät laskemaan, kun taas Mg-, Na-, Fe-, Cu- ja Zn-arvot pyrkivät lisääntymään iän mukana. Mainittakoon, että tutkimuksen vanhimman 23-vuotiaan hevosen seerumin Cu-pitoisuus oli 114 $\mu\text{g} \%$.

Tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa mitatut hevosten veren Hb- ja Hc-arvot ovat samaa suuruusluokkaa aikaisemmin kirjallisuudessa esitettyjen arvojen kanssa (SIPPEL et al. 1964, SCHALM 1965 s. 260—263). Kylmäveristen arvot ovat yleensä alemmat kuin ”kuuma-veristen”. Hevosen kiihtyessä Hb- ja Hc-arvot nousevat (ref. SCHALM 1965, s. 253). I- ja III-tallin Tanskasta tuotettujen hevosten Hb- ja Hc-arvot olivat alhaisempia verrattuna I-tallin Puolasta tuotettuihin hevosiin. Ilmiö on saattanut johtua eroista hevosten temperamentissa; tanskalaiset olivat rauhallisempia kuin puolalaiset. Myös II-tallin vauhoimpien hevosten Hb-arvot olivat korkeammat kuin samanikäisillä rauhallisilla hevosilla.

Tutkittujen hevosten veren glukoosiarvot ovat samaa suuruusluokkaa kirjallisuudessa esitettyjen arvojen kanssa (KOLB 1967, s. 373, LIEB et al. 1969, ARGENZIOL ja HINTZ 1970, ERIKSEN ja SIMESEN 1970, SIMESEN 1972). Veren glukoosipitoisuus vaihtelee melko laajoissa rajoissa ja se näyttää riippuvan myös hevosityyöstä; muutamilla on jatkuvasti korkeammat glukoosiarvot kuin toisilla. Tutkitussa aineistossa oli yksi kantava tamma (14-vuotias), jolta tavattiin korkein glukoosiarvo 118 mg %. Ilmiö voi johtua siitä, että tamman varsominen oli jo lähellä. ERIKSEN ja SIMESEN (1970) saivat kantavien ponien keskimääräiseksi veren glukoosiarvoksi $62 \pm 24 \text{ mg} \%$

Varsojen ja 4—6 vuotiaiden hevosten veren glukoosiarvot olivat korkeammat kuin vanhempien hevosten (Taulukko 3). Veren glukoosiarvot saattavat riippua paitsi ruokinnasta ja hormonaalisista tekijöistä myös paksusuolen volyymin ja bakteeritoiminnan kehittymisestä iän mukana, ts. siitä, missä määrin haihtuvat rasvahapot (VFA) esiintyvät glukoosin ohella hevosen energian lähteinä. KENNEDY et al. (1966) totesivat, että 1-vuotiaiden varsojen paksusuolen nesteessä oli jonkin verran pienempi kokonais-VFA-pitoisuus ($102 \pm 28.4 \mu$ moolia per ml) kuin yli 4-vuotiaiden (123.2 ± 39.7). Veren etikkahappo- ja seerumin glukoosipitoisuudet olivat 1-vuotiailla hiukan korkeammat kuin yli 4-vuotiailla tammoilla. Verrattuna varsoihin on täysikasvuisen hevosen elimistö ilmeisesti adaptoitunut käyttämään tehokkaammin hyväkseen haihtuvia rasvahappoja, mikä saattaa olla selitys näillä havaittuihin alempiin seerumin etikkahappoarvoihin.

Rehuannoksen suuruus, väkirehu-korsirehusuhde ja helposti sulavien hiilihydraattien määrä sekä myös ruokinnasta kulunut aika voivat vaikuttaa veren sokeritasoon. II-tallin hevosten glukoosipitoisuus oli keskimäärin hiukan korkeampi kuin I- ja III-tallien hevosten (Taulukko 2). II-tallin hevoset olivat saaneet Promeca-rehua, joka sisältää mm. melassia. I- ja II-talleissa hevoset olivat saaneet aamuheinät ja -kaurat 2—3 tuntia ennen verinäytteiden ottoa, kun taas III-tallin hevoset olivat saaneet vastaavasti vain kaura-annoksensa. I- ja III-tallin hevosten glukoositaso oli kuitenkin samaa suuruusluokkaa.

Veriseerumin kolesterolipitoisuus on tässä tutkimuksessa vaihdellut 122—177 mg %:n välillä. Kirjallisuudessa esitetyt hevosten normaaliarvot ovat olleet jonkin verran alhai-

sempia; 50—90 mg % (FONNESBECK ja SYMONDS 1969), 75—150 (DUKES 1970, s. 52). Tässä tutkimuksessa käytetyn kolesterolin määritysmenetelmän on todettu antavan 0—10 % korkeampia arvoja verrattuna useisiin muihin menetelmiin. Sairailta poneilta on löydetty korkeita arvoja, yli 450 mg % (ERIKSEN ja SIMESEN 1970). Kolesterolitaso riippuu mm. hevosityksilöstä sekä ruokinnasta (FONNESBECK ja SYMONDS 1969). Koska hevosen rehuissa ei ole juuri lainkaan kolesterolia, on veriseerumin kolesteroli peräisin elimistössä syntetisoidusta kolesterolista. Terveiden lypsylehmien kolesterolitaso riippuu mm. laktaatiovaiheesta ja ruokinnasta (SAARINEN 1959), ja niillä esim. 450 mg %:n arvo ei ole välttämättä osoitus sairaudentilasta (KOSSILA 1963). Tässä tutkimuksessa III-tallin hevosilla seerumin kolesterolipitoisuus oli pienempi kuin I- ja II-tallien (Taulukko 2). Ikä ei toisaalta näyttänyt juuri vaikuttavan kolesterolitasoon (Taulukko 3). SAARISEN (1959) mukaan naudalla rehuannoksen sulava raakakuitumäärä korreloituu positiivisesti veren kolesterolitasoon (vrt. Taulukoihin 2 ja 4).

Veriseerumin Ca-arvot vaihtelivat 12.0—15.2 mg %:n välillä. Ne ovat jonkin verran korkeampia kuin useat kirjallisuudessa esitetyt arvot: keväällä keskimäärin 9.6 mg % 1-vuotiailla täysverivarsoilla ja 10.2—10.4 mg % siitostammoilla (SIPPEL et al. 1964); keskimäärin 12 mg % (SCHEUNERT ja TRAUTMANN 1965); 10 mg % (KOLB 1967, s. 373); keskimäärin 11.2 ± 2.0 mg % normaaleilla tiineillä ponitammoilla (ERIKSEN ja SIMESEN 1970). SIMESEN (1972) käytti atomiabsorptiospektrofotometriaa täysveri- ja ravurihevosten veriseerumin Ca-määrityksissä ja havaitsi arvojen vaihtelevan 11. 7.—14. 3. mg %:n välillä.

Nuorilla hevosilla Ca-arvot olivat jonkin verran korkeampia kuin vanhemmilla (Taulukko 3). I-tallin hevosten Ca-taso oli korkein mutta III-tallin hevosten alhaisin (Taulukko 2). I-tallin hevosten rehuannos sisälsi enemmän kalsiumia kuin II- ja III-tallien (Taulukko 4); lisäksi I-tallin hevoset saivat kalsiumin kivennäissuolaseoksen muodossa. Ruokinnalliset erot eri tallien välillä ovat saattaneet vaikuttaa veriseerumin Ca-tasoissa havaittuihin eroihin. Hevosten veriseerumin Ca-taso voi vaihdella myös mm. sairaudesta johtuen. Alhaisia arvoja on tavattu mm. tammojen laktaatiotetaniassa (KJOSHANSEN 1943) ja korkeita ponien hyperlipemiassa (ERIKSEN ja SIMESEN 1970).

Veriseerumin Mg-taso vaihteli 1.50—2.25 mg %:n välillä. Varsoilla Mg-arvot olivat alhaisempia kuin vanhemmilla hevosilla (Taulukko 3). I- ja II-tallin hevosten Mg-arvot olivat korkeammat kuin III-tallin hevosten (Taulukko 2). Jälkimmäisessä tapauksessa erot ovat saattaneet johtua rehuannoksen erilaisista Mg-määristä (Taulukko 4). Ainakin naudoilla veriseerumin Mg-taso riippuu tiettyyn rajaan saakka ravinnosta saadusta Mg-määrästä (ROOK ja STORRY 1962). Hevosten veriseerumin Mg-taso vaihtelee eri vuodenaikoina; korkeimmat arvot on mitattu keväällä (SIPPEL et al. 1964). Tällöin 1-vuotiailla keskiarvo oli 2.6 mg % ja siitostammoilla vastaavasti 2.3—3.4 mg %. KOLBIN (1967, s. 373) mukaan hevosen veriseerumin normaali Mg-arvo on 2.8 mg %. SIMESENIN (1972) tutkimuksissa treenaamattomien täysveri- ja ravurihevosten veriseerumin Mg-pitoisuus vaihteli 1.64—2.13 mg %:n välillä. Nämä arvot ovat samaa suuruusluokkaa tässä tutkimuksessa saatujen arvojen kanssa. ERIKSENIN ja SIMESENIN (1970) tutkimuksessa kantavien ponitammojen Mg-arvo oli keskimäärin 1.54 ± 0.32 mg %, ja hyperlipemiaa potevilta poneilta tavattiin sekä alhaisia (0.93 mg %) että korkeita (3.17 mg %) arvoja. Hevoskuljetusten yhteydessä hevosilla saattaa ilmetä hypomagnesemiaa (WAGENAAR 1959).

Taulukko 4. Lasketut heinistä plus kuroista tai väkirehusta päivässä hevosta kohden saadut raakakuitu-, raakavalkuais-, kivennäis- ja hivenainemäärät eri talleissa.

Table 4. Calculated daily intakes of crude fiber, crude protein, minerals and trace elements from hay plus oats or concentrate mixture per horse in the three stables.

| Talli, Stable | | I | II | III |
|---------------------------|----|-------|-------|-------|
| Raakakuitua, Crude fiber | g | 2710 | 2614 | 2361 |
| Raakavalk., Crude protein | „ | 1106 | 916 | 956 |
| Ca | „ | 52.2 | 25.4 | 32.8 |
| Mg | „ | 13.8 | 13.6 | 9.6 |
| P | „ | 27.0 | 19.9 | 21.9 |
| K | „ | 183.3 | 140.6 | 147.8 |
| Na | „ | 29.4 | 6.7 | 11.2 |
| Fe | mg | 711 | 604 | 1828 |
| Cu | „ | 76 | 70 | 291 |
| Zn | „ | 436 | 364 | 439 |
| Mn | „ | 661 | 463 | 690 |
| Ca/P | | 1.93 | 1.28 | 1.50 |

Veriseerumin epäorgaanisen fosforin pitoisuus vaihteli 2.26—5.60 mg %:n välillä. Alle 4-vuotiailla hevosilla P-taso oli korkeampi kuin vanhemmilla (Taulukko 3). SIPPELIN et al. (1964) tutkimuksissa olivat 1-vuotiaiden kevätarvot keskimäärin 7.2 mg % ja siitostammojen 3 mg %. Myös SIMESIN (1972) on todennut P-arvojen laskevan iän mukana; hänen tutkimuksissaan alle 3-vuotiaiden hevosten P-arvot vaihtelivat 3.7—5.9 mg %:n välillä, kun taas 5—23 vuotiailla vaihtelurajat olivat 2.2—3.8 mg %. Tässä tutkimuksessa III-tallin hevosten keskimääräinen P-taso oli selvästi korkeampi kuin I-tallin hevosten (Taulukko 2). Veriseerumin Ca/P-suhde oli III-tallin hevosilla keskimäärin 3.7 mutta I-tallin hevosilla 5.1. Rehuannoksen Ca/P oli vastaavasti 1.50 ja 1.93 (Taulukko 4). Mainittakoon, että III-tallin hevosilla aikaisemmin suoritetuissa tutkimuksissa veriseerumin keskimääräinen Ca/P-suhde on eri näytteenottokertoina vaihdellut 3.7:stä 5.7:ään. SCHRYVERIN ja HINTZIN (1972) mukaan runsaasti fosforia sisältävä dieetti nostaa seerumin P-tasoa, alentaa Ca-tasoa ja vähentää Ca:n ja Mg:n hyväksikäyttöä. Tutkitut hevoset ovat kuitenkin tarvenormeihin verrattuna saaneet sopivan määrän fosforia (Taulukko 4).

Hevosten veriseerumin K- ja Na-pitoisuudet vaihtelivat melkoisesti (K 11.5—25.7 ja Na 282—301 mg %). Nuorilla hevosilla oli veriseerumissa jonkin verran enemmän kaliumia mutta vähemmän natriumia verrattuna vanhempiin (Taulukko 3). SIPPELIN et al. (1964) tutkimuksissa 1-vuotiaiden keskimääräinen K-taso oli keväällä 15.5 ja siitostammojen 14.6 mg %. Na-taso oli vastaavasti 338 ja 349 mg %. Mainitussa tutkimuksessa seerumin Na/K-suhde on ollut korkeampi kuin tämän tutkimuksen aineistossa. SCHEUNERTIN ja TRAUTMANNIN (1965) hevoselle esittämät normaaliarvot, K 17 mg % ja Na 310 mg %, ovat lähempänä tämän tutkimuksen arvoja kuin SIPPELIN et al. (1964) saamat arvot. SIPPELIN et al. havaitsivat sitäpaitsi K- ja Na-arvoissa vuodenaikaisvaihteluita. Eri talleissa pidettyjen hevosten veriseerumin K-pitoisuudessa ilmeni eroja (Taulukko 2).

I-tallin hevosilla K-taso oli keskimäärin korkein ja näiden rehuannos sisälsi myös eniten kaliumia (Taulukko 4). Veriseerumin Na-pitoisuus oli III-tallin hevosilla hiukan korkeampi kuin I- ja II-tallin hevosilla (Taulukko 2). Näitä eroja ei voida selittää dieetin Na-määrän perusteella (Taulukko 4).

KOLBIN (1967, s. 373) mukaan hevosen veriseerumin Fe-pitoisuus on keskimäärin 125 $\mu\text{g} \%$ ja Cu-pitoisuus 130 $\mu\text{g} \%$. SCHEUNERTIN ja TRAUTMANNIN (1965) mukaan veriseerumissa (eläinlaji?) on vähemmän sinkkiä (150—200 $\mu\text{g} \%$) kuin erytrosyyteissä (1200 $\mu\text{g} \%$), joten puutteellinen punasolujen erottaminen seerumista sekä veren seisottaminen sentrifugoimattomana saattavat aiheuttaa virheellisyksiä seerumin Zn-määrityksessä.

Seerumin Fe-pitoisuus vaihteli 93—208 $\mu\text{g} \%$:n välillä lukuunottamatta yhtä tammaa, jonka arvo oli 333 $\mu\text{g} \%$. Aikaisemmissa yhteyksissä hemolysoituneista näytteistä on löydetty enemmän rautaa kuin hemolysoitumattomista. Seerumin Fe-pitoisuus voi kuitenkin vaihdella laajoissa rajoissa näennäisesti hemolysoimattomissakin näytteissä, ja muutamien hevosten veriseerumi sisältää jatkuvasti enemmän rautaa verrattuna toisiin (kirjoittajan havainto). Seerumin Fe-pitoisuuden suurista vaihteluista johtuen eri talleissa pidettyjen hevosten Fe-arvojen erot eivät olleet merkitseviä (Taulukko 2). Todetakaan, että III-tallin hevosten dieetti sisälsi eniten rautaa (Taulukko 4), vaikka näillä seerumin keskimääräinen Fe-taso oli alhaisin. Varsojen seerumin Fe-taso oli lähes merkittävästi ($P < 0.10$) alhaisempi kuin 7—9 vuotiaiden (Taulukko 3). Ilmiö saattaa johtua siitä, ettei varsoja ole vielä käytetty ratsastukseen. Fyysinen aktiviteetti lisää punasolujen tuhoutumisnopeutta, jonka seurauksena seerumin Fe-pitoisuus voi nousta.

Seerumin Cu-pitoisuus vaihteli 47—114 $\mu\text{g} \%$:n välillä ja maksimipitoisuuskin jäi alapuolelle KOLBIN (1967, s. 373) hevoselle antaman normaaliarvon, 130 $\mu\text{g} \%$, Seerumin Zn-pitoisuus vaihteli 34—118 $\mu\text{g} \%$:n välillä. Sekä Cu- että Zn-pitoisuudet lisääntyivät iän mukana (Taulukko 3). II-tallin hevosilla Cu- ja Zn-arvot olivat alhaisimmat mutta III-tallin hevosilla korkeimmat. Nämä erot ovat voineet johtua eroista dieetin Cu- ja Zn-pitoisuuksissa (Taulukko 4).

Tässä tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä on määritetty myös toukokuussa lypsylehmiltä otettujen veriseeruminäytteiden Fe-, Cu- ja Zn-pitoisuuksia (KOSSILA et al. 1972b). Nautaan verrattuna ovat hevosen veren Fe- ja Cu-pitoisuudet samaa suuruusluokkaa mutta Zn-pitoisuudet melko selvästi alhaisemmat.

Yhteenveto

Verinäytteet kerättiin huhti-toukokuun vaihteessa kolmen eri ratsutallin 5 varsasta ja 63 hevosesta. I-tallin hevoset olivat pääasiassa Puolasta tuotettuja, II-tallin Suomessa syntyneitä ja III-tallin Tanskasta tuotettuja. Verinäytteistä määritettiin Hb-, Hc- ja glukoosi sekä seerumin kolesteroli, Ca-, Mg-, epäorg. P-, K-, Na-, Fe-, Cu- ja Zn-pitoisuudet. Tutkimuksessa löydettiin eroja eri talleissa pidettyjen ja eri ikäisten hevosten veren koostumuksessa. I-tallin hevosilla Hc-, Ca-, Mg-, K- ja Fe-arvot olivat keskimäärin korkeimmat mutta P- ja Na-arvot alhaisimmat; II-tallin hevosilla keskimääräinen veren glukoosi-arvo oli korkein mutta Hc-, Cu- ja Zn-arvot alhaisimmat; III-tallin hevosilla P-, Na-, Cu- ja Zn-pitoisuudet olivat keskimäärin korkeimmat mutta Hb-, kolesteroli-, Ca-, Mg-, K- ja Fe-arvot alhaisimmat. Tutkimustulosten tarkastelun yhteydessä kävi

ilmi, että eri talleissa pidettyjen hevosten veriseerumin Ca-, Mg-, K-, Cu- ja Zn-pitoisuuksissa havaitut erot saattavat johtua rehuannoksen kivennäis- ja hivenainemäärissä ilmenneistä eroista.

Nuorten hevosten ikäluokissa veren glukoosi-, Ca-, P- ja K-pitoisuudet olivat keskimäärin korkeimmat, mutta Mg-, Na-, Fe-, Cu- ja Zn-pitoisuudet alhaisimmat. 7—12 vuotiaille keskimääräiset Hb-, Hc-, kolesteroli-, Mg- ja Zn-arvot olivat korkeimmat mutta glukoosi- ja P-pitoisuudet alhaisimmat. Yli 12-vuotiaille veriseerumin Cu-pitoisuus oli korkein mutta Ca- ja K-pitoisuudet alhaisimmat.

KIRJALLISUUS

- ARGENZIOL, R. A. & HINTZ, H. F. 1970. Glucose tolerance and effect of volatile fatty acid on plasma glucose concentration in ponies. *J. Anim. Sci.* 31:514—518.
- DUKES' Physiology of Domestic Animals. 1970. XV + 1463 s. 8th ed. Ed. M. J. Swenson. Ithaca.
- ERIKSEN, L. & SIMESSEN, M. G. 1970. Hyperlipoemi hos ponier. *Nord. Vet. Med.* 22:273—281.
- FONNESBECK, P. V. & SYMONDS, L. D. 1969. Effect of diet on concentration of protein, urea nitrogen, sugar and cholesterol of blood plasma of horses. *J. Anim. Sci.* 28:216—219.
- KENNEDY, L. G., LITTLE, C. O. & MITCHELL, Jr. G. E. 1966. Glucose and volatile fatty acids in equine cecal fluid and blood. *Nord. Vet. Med.* 25:892.
- KJOS-HANSEN, J. 1943. Heste-Krampe. *Norsk. Vet. Tidshr.* 55:116—118.
- KOLB, E. 1967. *Lehrbuch der Physiologie der Haustiere.* XVII + 989 s. Jena.
- KOSSILA, V. 1963. Effects of season and stage of lactation on protein bound iodine and total cholesterol in serum of dairy cows. *J. scient. agric. Soc. Finl.* 35:81—91.
- KOSSILA, V., VIRTANEN, E. & AHTIAINEN, P. 1972 a. Laidunkauden alussa muutoksia kivennäis- ja hivenaineiden saannissa sekä lehmän veren koostumuksessa. I. Kalsium, magnesium fosfori, kalium, natrium. *Karjatalous* 48:210—214.
- KOSSILA, V., VIRTANEN, E., AHTIAINEN, P., IMMONEN, M. & ÖSTERBERG, S. 1972 b. Laidunkauden alussa muutoksia kivennäis- ja hivenaineiden saannissa sekä lehmän veren koostumuksessa. II. Rauta, kupari, sinkki, mangaani ja eräät muut tekijät. *Karjatalous* 48:266—270.
- KOSSILA, V., VIRTANEN, E. & MAUKONEN, J. 1972 c. Heinä-kaura dieetti ratsuhevosten energian, sulavan raakavalkuaisen sekä kivennäis- ja hivenaineiden lähteenä. *J. scient. agric. Soc. Finl.* 44:217—227.
- LIEB, S., BAKER, J. P. & CRAWFORD, Jr., B. H. 1969. Hepatic utilization of glucose and VFA in the equine. *J. Anim. Sci.* 29:138.
- ROOK, J. A. F. & STORRY, J. E. 1962. Magnesium in the nutrition of dairy cows. *Nutr. Abstr. & Revs.* 32:1055—1077.
- SAARINEN, P. 1959. "Cholesterogenic" dietary factors and milk and milk fat yields in dairy cows. *J. scient. agric. Soc. Finl.* 31:1—10.
- SCHALM, O. W. 1965. *Veterinary Hematology.* 664 s. 2nd. Ed Philadelphia.
- SCHEUNEURT, A. & TRAUTMANN, A. 1965. *Lehrbuch der Veterinär-Physiologie.* XVI + 848 s. 5. Aufl. Hamburg.
- SCHRYVER, H. F. & HINTZ, H. F. 1972. Calcium and Phosphorus Requirements of the Horse. A Review. *Feedstuffs*, July 10:35—38.
- SIMESSEN, M. G. 1972. Some clinical-chemical values in normal thoroughbreds and trotters. *Nord. Vet. Med.* 24:85—90.
- SIPPEL, W. L., FLOWERS, J., O'FARRELL, I., THOMAS, W. & POWERS, J. 1964. Nutrition consultation in horses by aid of feed, blood and hair analysis. *Proc. Amer. Ass. of Equine Practitioners* 139—152.
- WAGENAAR, G. 1959. Tetany in the horse. *Tijdschr. Diergeneesk.* 84:322—329.