

Laboratorinė medicina.  
2009, t. 11, Nr. 2(42), p. 62–70.

# Raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos kraujo serume tyrimai bei jų svarba diagnozuojant geležies stokos anemiją

**Gitana Kliaugienė**  
**Aldona Valatkaitė**  
**Vaiva Hendrixson**

## Santrauka

**Darbo tikslas.** Įvertinti raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos kraujo serume pokyčius kaip geležies stokos anemijos žymenis.

**Medžiaga ir metodai.** Buvo ištirta 150 pacientų, besigydančių VšĮ Rokiškio psichiatrijos ligoninėje, ir nustatyti šie kraujo rodikliai: eritrocitų skaičius (RBC), hematokritas (HCT), vidutinis eritrocito tūris (MCV), eritrocitų pasiskirstymas pagal dydį (RDW), hemoglobinas (Hb), vidutinis hemoglobino kiekis eritrocite (MCH), vidutinė hemoglobino koncentracija eritrocituose (MCHC), geležis (Fe). Tyrimai atlikti pusiau automatiniiais hematologiniais analizatoriais.

**Rezultatai.** Tyrimo rezultatai parodė, kad 25 % tiriamų asmenų kraujo serume geležies koncentracija buvo mažesnė už rekomenduojamą ir vidutiniškai lygi  $3,89 \pm 2,03$  mol/l. Ryškiausia geležies stoka nustatyta 40–59 metų amžiaus moterų grupėje (61 % tiriamųjų). Geležies stoką geriausiai atspindėjo sumažėjęs hematokritas (65 %), sumažėjusi hemoglobino (68 %) koncentracija, mažesni MCV (54 %), MCH (46 %) ir MCHC (30 %) rodikliai bei didesnis RDW (27 %). Geležies koncentracijos sumažėjimas buvo visais metų laikais, bet didžiausias žiemą ir pavasarį.

**Išvados.** Geležies koncentracijos kraujo serume sumažėjimas susijęs su raudonojo kraujo rodiklių kitimais, todėl šių rodiklių tyrimas yra reikšmingas diagnozuojant geležies stokos anemiją.

**Reikšminiai žodžiai:** geležies stokos anemija, hematokritas, hemoglobinas, raudonojo kraujo rodikliai.

## ĮVADAS

Anemija, arba mažakraujystė, yra dažnas šių laikų sindromas. Viena svarbiausių anemijos priežasčių, manoma, yra neracionali mityba, kai trūksta kai kurių maisto medžiagų arba jos nepakankamai pasisavinamos. Dažniausiai pasitaiko geležies stokos anemija (GSA), sudaranti 80 % visų anemijų.

Geležis (Fe) yra nepakeičiamas žmogaus organizmo ląstelių ir audinių

struktūrinis elementas. Būdamas sudedamąja daugelio hemoproteinų dalimi, ji atlieka daugybę gyvybiškai svarbių biologinių organizmo funkcijų. Hemoglobino sudėtyje esanti geležis tiekia audiniams deguonį ir šalina anglies dvideginį. Kiti hemoproteinai, atlikdami elektronų pernašos mitochondrijose funkciją, dalyvauja ląstelių ir audinių metabolizme. Geležis reikalinga DNR sintezei, dalyvauja katecholaminų metabolizme bei kitose gyvybiškai svarbiose biocheminėse reakcijose [1–3]. Dažnai geležies stokos

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Fiziologijos, biochemijos ir laboratorinės medicinos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27, Vilnius  
El. paštas: vaiva\_hendrixson@yahoo.com  
Department of Physiology, Biochemistry and Laboratory Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Lithuania

anemijai daro įtaką socialiniai ir ekonominiai veiksniai. Išsivysčiusiose šalyse geležies stoka pasitaiko rečiau nei besivystančiose. Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) duomenimis, geležies stokoja per 700 mln. pasaulio gyventojų, geležies stokos anemiją besivystančiose šalyse turi 40–60 %, o išsivysčiusiose – 2–17 % visų gyventojų. Dažniausiai anemija pasireiškia moterims – 80 % visų atvejų [4]. Sergamumas geležies stokos anemija skirtingose amžiaus grupėse taip pat yra nevienodas. Nustatyta, kad daugiausia geležies stokoja kūdikiai, ypač neišnešioti, bei vaikai, ypač mergaitės paauglystės laikotarpiu, taip pat vaisingo amžiaus moterys ir ypač nėščiosios [5, 6].

Sergamumas anemija bendroje populiacijoje sudaro apie 1,29 %, arba ja serga vienas iš 66 gyventojų [4]. Lietuvos privalomojo sveikatos draudimo informacinės sistemos SVEIDRA duomenimis, iš 1000 gyventojų anemija serga 11,4–12,5 vaikų iki 18 metų amžiaus ir 6,5–7,0 suaugusiųjų [5, 6].

Anemija dažnai vadinama tyliąja epidemija, nes jos klinikiniai simptomai pasireiškia gana vėlai ir yra nespecifiški, todėl pagal juos anemija diagnozuojama labai retai. Dažniausiai ji aptinkama atsitiktinai tiriant kraują, ieškant kitos patologijos (diabeto, infekcinių, širdies ligų ir t. t.) [7]. Laboratorinė kraujo analizė – svarbiausias informacijos šaltinis diagnozuojant anemiją. Norint nustatyti anemijos priežastis, būtina žinoti geležies koncentraciją kraujo serume, nes geležies ir jos junginių tyrimas patikslina diagnozę, o tai labai svarbu šalinant negalavimus. Geležies koncentracijos tyrimas svarbus gydant nėščiųjų ir vaikų anemiją, aiškinantis priežastis vidinių kraujavimų ir daugelio kitų ligų, pasireiškiančių ne tik dėl geležies stokos, taip pat aiškinantis anemijos rizikos grupes bendroje populiacijoje, kurias sudaro onkologinėmis, chirurginėmis, uždegiminėmis žarnyno ligomis, AIDS bei kai kuriomis kitomis ligomis sergantys pacientai [8–12].

Kai geležies stoka organizme sutrikdo hemoglobino sintezę, kinta raudonojo kraujo rodikliai [13]. Įprasta, kad norint įsitikinti, ar pacientas neserga anemija, tiriama jo hematokritas ir/arba hemoglobino koncentracija kraujyje. Geležies stokos sukeltą anemiją galima apibrėžti kaip patologiją, kai hemoglobino koncentracija vaikų ir moterų iki menopauzės kraujyje yra mažesnė nei 120 g/l, o vyrų ir moterų po menopauzės mažesnė nei 130 g/l. JAV anemija diagnozuojama dar ir pagal hematokrito vertę. Laikoma, kad

pacientas serga anemija, kai moterų hematokrito vertė yra mažesnė negu 0,36, o vyrų – negu 0,41 [4]. Eritrocitų skaičius ir hematokrito vertė dažnai gali būti nepatikimi rodikliai, o hemoglobino koncentracija paprastai yra vienas iš patikimiausių rodiklių [7, 14]. Informatyviausias yra vidutinis eritrocito tūris (MCV), pagal kurį anemijos gali būti skirstomos į normocitines (MCV 82–98 fl), makrocitines (MCV >98 fl) ir mikroцитines (MCV <82 fl). Po MCV indekso pagal semiotinę vertę reikšmingiausia yra vidutinė hemoglobino koncentracija eritrocituose (MCHC) ir mažiausiai reikšmingas diagnostikai yra vidutinis hemoglobino kiekis eritrocite (MCH). Sergant geležies stoka, periferiniame kraujyje pirmiausia sumažėja MCV ir MCH, vėliau mažėja MCHC ir Hb kiekis. Kuo MCV ir MCH rodikliai mažesni, tuo sunkesnė Fe stoka. Vėliausiai mažėja eritrocitų ir retikulocitų skaičius, spalvinis indeksas <0,9. Retikulocitų kiekis iš pradžių padidėja, vėliau mažėja. Kraujas skystėja, hematokritas mažėja, kartais padidėja eritrocitų nusėdimo greitis (ENG). Trombocitų kiekis dažniausiai esti normalus, bet gali būti ir trombocitozė, ir trombocitopenija [14]. Sumažėjusi geležies koncentracija žmogaus kraujo serume yra būdingas, bet nepakankamai informatyvus ir palyginti vėlyvas geležies stokos rodiklis. Latentinėje ligos stadijoje geležies koncentracija serume visada lieka normali [8]. Dažnai hipoferemijos nebūna net visiškai išsekus geležies atsargoms. Todėl remtis vien tik serumo geležies koncentracija be transferino ir feritino tyrimų būtų netikslinga. Transferino kiekį kraujyje rodanti bendra geba sujungti geležį pradeda didėti jau latentinės geležies stokos stadijos pabaigoje. Esant geležies stokai, transferino koncentracija didėja, nes organizmas taip kompensuoja geležies stygių, o esant geležies pertekliui – transferino koncentracija mažėja. Transferino koncentracija per parą kinta, nes kinta retikuloendotelinės sistemos aktyvumas [15, 16]. Pati didžiausia transferino koncentracija nustatoma ryte. Feritinas yra specifiskesnis rodiklis nei transferinas ir jį nustatyti ypač svarbu, radus sumažėjusius MCV ir MCH indeksus esant hipochrominei anemijai. Feritino sumažėjimas daug jautriau rodo geležies trūkumą nei geležies koncentracija serume. Esant normaliai feritino koncentracijai, galima atmesti geležies stokos diagnozę.

Mikroskopuojant kraujo tepinėli, patikimai diagnozuojama tik sunki geležies stokos anemija, kai išryškėja vi-

zualūs hipochromijos požymiai (ganulocitai, pesariniai eritrocitai) ir mikroцитozė (eritrocitai lyginami su limfocito branduoliu). Be šių raiškiausių ir specifiskiausių požymių, sunki geležies stoka pasireiškia ir poikilocitose (randama pavienių cigaro pavidalo eritrocitų, ovalocitų, mikroцитų su nelygiu kontūru, kodocitų), anizocitose ir kitais anemijai būdingais morfologiniais pokyčiais. Viena svarbiausių geležies stokos anemijos ypatybių yra ta, kad tik lėtinis kraujavimas gali sukelti tipiską mikroцитinę anemiją. Ūmus kraujo netekimas sukelia normocitinę anemiją, kai MCV nepakitęs [6, 17].

Ankstyviausi geležies stokos laboratoriniai rodikliai yra anizocitozė (skirtingo dydžio, bet nepakitusios formos eritrocitai) ir RDW indekso padidėjimas. Visi šie požymiai išryškėja tik tuomet, kai anemija sunki ir nėra gretutinių uždegiminių procesų bei piktybinių navikų. Paprastai geležies stokos apraiškos yra akivaizdžios ir vyrauja klinikoje, tačiau neretai pasitaiko, kad pagrindinė liga turi kliniskai slaptą eigą – sideropenijos simptomai ar anemijos sindromas pasireiškia izoliuotai. Tuomet anemija nustatoma visiškai atsitiktinai, dėl kokios nors priežasties atlikus kraujo tyrimą, o diferencinė geležies stokos anemijos diagnostika vien tik nustatčius eritrocitų indeksus be atitinkamų kitų laboratorinių tyrimų paprastai yra neįmanoma.

Dažna klaida diagnozuojant geležies stokos anemiją yra ta, kad netiriama specifiskiausi rodikliai įtariamai patologijai įvertinti. Nors pastaruju metu mokslas ir technologijos sparčiai vystosi, tačiau praktikoje neretai dar taikomi ne specifiskiai, o šalutiniai laboratoriniai rodikliai. Pasitaiko, kad anemiją diagnozuoti būtinas tyrimas iš viso neatliekamas. Todėl mūsų tyrimo tikslas buvo įvertinti raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos kraujo serume pokyčius kaip geležies stokos anemijos žymenis.

## TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

Geležies koncentracija kraujo serume ir bendrieji raudonojo kraujo rodikliai: eritrocitų skaičius (RBC), hematokritas (HCT), vidutinis eritrocito tūris (MCV), eritrocitų pasiskirstymas pagal dydį (RDW), hemoglobinas (Hb), vidutinis hemoglobino kiekis eritrocite (MCH), vidutinė hemoglobino koncentracija eritrocituose (MCHC), buvo iširti VšĮ Rokiškio psichiatrijos ligoninės laboratorijoje 150-čiai pacientų.

Tiriamųjų grupė buvo sudaryta remiantis šiais kriterijais:

1. Į tyrimą įtraukti pacientai:

- kurie skundėsi geležies stoka būdingais simptomais (nuovargiu, mieguistumu, galvos svaigimu),
- kraujavo po traumų, operacijų,
- kuriems buvo įtartas slaptas kraujavimas (pvz.: žarnyno vėžys, dantenu ligos).

2. Kadangi geležies stoka sutrikdo organizme hemoglobino sintezę, lemiančią raudonojo kraujo rodiklių pokyčius, tai hematologiniu analizatoriumi nustatytas bendro raudonojo kraujo rodiklių (eritrocitų skaičiaus, hematokrito, hemoglobino, vidutinio eritrocito tūrio, vidutinio hemoglobino kiekio eritrocite, vidutinės hemoglobino koncentracijos eritrocituose, eritrocitų pasiskirstymo pagal dydį) nuokrypis nuo normos buvo kriterijus įtraukti pacientus į tiriamųjų grupę.

Tirtų pacientų amžiaus vidurkis buvo 50±16,205 metų. Tarp tiriamųjų buvo 134 moterys ir 16 vyrų. Tiriamieji buvo suskirstyti į grupes pagal lytį, amžių ir atliktų tyrimų sezoniskumą.

Bendras raudonojo kraujo tyrimas buvo atliktas pusiau automatiniumi hematologiniu analizatoriumi AC910 eo+193 (Boule Medikal AB „Swelab“, Švedija). Geležies koncentracija paciento kraujo serume buvo nustatyta pusiau automatiniumi klinikišku cheminiu analizatoriumi VITROS DT60 II (Ortho-Clinical Diagnostics, Johnson-Johnson, JAV–Vokietija).

## STATISTINĖ DUOMENŲ ANALIZĖ

Duomenų analizė atlikta naudojant statistinę programą SPSS 12,0. Duomenys pateikti apskaičiuotus aritmetinį vidurkį ir standartinius nuokrypius. Dviejų nepriklausomų imčių vidurkiams lyginti buvo naudotas Stjudento kriterijus (t-testas). Ryšiui tarp kintamųjų įvertinti naudotas Pirsono koreliacijos koeficientas (r).

1 lentelė. Raudonojo kraujo rodikliai ir geležies koncentracija kraujo serume (n=150)  
Table 1. Red blood cell indices and serum iron concentration (n=150)

Rodiklis	Vidurkis	Standartinis nuokrypis (±)	Rekomenduojama reikšmė
RBC (10 <sup>12</sup> /l)	4,27	0,49	mot. 4,0–5,2; vyr. 4,5–5,9
HCT (%)	35,97	4,53	mot. 36–48; vyr. 40–52
MCV (fl)	84,38	6,79	82–95
RDW (%)	13,46	1,39	12–15
Hb (g/l)	123,39	18,62	mot. 120–150; vyr. 135–160
MCH (pg)	29,05	3,22	26–35
MCHC (g/l)	344,28	19,62	320–360
Fe (mol/l)	12,87	8,31	mot. 6,6–30,4; vyr. 8,8–32,4

## REZULTATAI

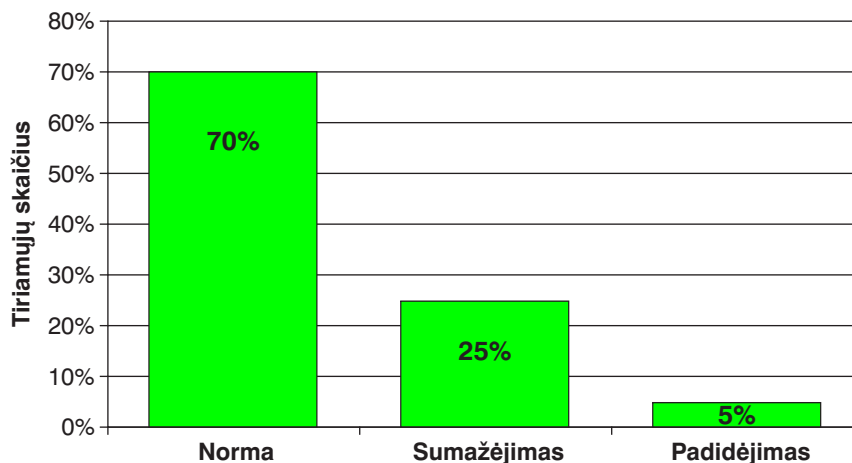
Ištyrus raudonojo kraujo rodiklius ir geležies koncentraciją kraujo serume paaiškėjo, kad visi tirti rodikliai buvo rekomenduojamų reikšmių ribose (1 lentelė).

Įvertinome tiesinių ryši tarp raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos kraujo serume, apskaičiuodami Pirsono koreliacijos koeficientus (2 lentelė).

Iš 2 lentelės matyti, kad ryšiai tarp RBC ir MCH, RBC ir MCHC, MCV ir RDW, RBC ir Fe buvo statistiškai nereikšmingi. Statistiškai reikšmingi stiprūs teigiami ryšiai nustatyti tarp RBC ir HCT, RBC ir Hb, HCT ir Hb,

MCV ir MCH, MCH ir MCHC; statistiškai reikšmingi vidutinio stiprumo teigiami ryšiai buvo tarp Hb ir MCH, Hb ir MCHC; statistiškai reikšmingi silpni teigiami ryšiai – tarp HCT ir MCV, HCT ir MCH, HCT ir MCHC, HCT ir Fe, MCV ir Hb, MCV ir MCHC, MCV ir Fe, Hb ir Fe, MCH ir Fe, MCHC ir Fe. Statistiškai reikšmingi vidutinio stiprumo neigiami ryšiai buvo tarp RDW ir RBC, RDW ir HCT, RDW ir Hb, RDW ir MCHC; statistiškai reikšmingi silpni neigiami ryšiai – tarp RBC ir MCV, RDW ir MCH, RDW ir Fe.

Pagal Fe koncentracijos sumažėjimą kraujo serume tiriamieji buvo suskirstyti į dvi grupes: normalios Fe koncentracijos ir sumažėjusios Fe



1 pav. Geležies koncentracijos pokyčiai kraujo serume (n=150)

Fig. 1. Changes in serum iron concentration (n=150)

2 lentelė. Ryšys tarp raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos kraujo serume

Table 2. Relationship between red blood cell indices and iron concentration in blood serum

Rodiklis	HCT (%)	MCV (fl)	RDW (%)	Hb (g/l)	MCH (pg)	MCHC (g/l)	Fe (mol/l)
RBC (10 <sup>12</sup> /l)	0,81**	-0,29**	-0,38**	0,70**	-0,13 <sup>-</sup>	0,15 <sup>-</sup>	0,04 <sup>-</sup>
HCT (%)		0,30**	-0,48**	0,92**	0,40**	0,39**	0,29**
MCV (fl)			-0,09 <sup>-</sup>	0,35**	0,88**	0,38**	0,43**
RDW (%)				-0,51**	-0,25**	-0,42**	-0,23**
Hb (g/l)					0,56**	0,64**	0,37**
MCH (pg)						0,74**	0,49**
MCHC (g/l)							0,36**

\*\*p<0,01.

3 lentelė. Raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos vidurkiai bei jų palyginimas tiriamiesiems, kurių Fe koncentracija kraujo serume normali ir sumažėjusi

Table 3. Mean values and comparison of red blood cell indices and iron concentration in the groups of patients with normal and low serum iron concentrations

Rodiklis	Fe koncentracija normali		Fe sumažėjusi		p reikšmė	Rekomenduojama reikšmė
	Vidurkis	Std. nuokrypis (±)	Vidurkis	Std. nuokrypis (±)		
RBC (10 <sup>12</sup> /l)	4,27	0,53	4,25	0,41	0,826	mot. 4,0–5,2; vyr. 4,5–5,9
HCT (%)	36,64	4,35	33,68	4,60	<0,001	mot. 36–48; vyr. 40–52
MCV (fl)	85,84	5,06	79,41	8,98	<0,001	82–95
RDW (%)	13,25	1,22	14,22	1,69	<0,002	12–15
Hb (g/l)	126,43	16,70	112,49	20,55	<0,001	mot. 120–150; vyr. 135–160
MCH (pg)	29,77	2,10	26,48	4,50	<0,001	26–35
MCHC (g/l)	347,08	16,96	333,35	23,50	<0,001	320–360
Fe ( mol/l)	14,45	5,74	3,89	2,03	<0,001	mot. 6,6–30,4; vyr. 8,8–32,4

4 lentelė. Ryšys tarp raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos tiriamiesiems, kuriems nustatyta sumažėjusi Fe koncentracija kraujo serume

Table 4. Correlation between red blood cell indices and iron concentration in the group of patients with low serum iron concentration

Rodiklis	HCT (%)	MCV (fl)	RDW (%)	Hb (g/l)	MCH (pg)	MCHC (g/l)	Fe ( mol/l)
RBC (10 <sup>12</sup> /l)	0,55**	-0,18 <sup>-</sup>	-0,34*	0,43**	-0,12 <sup>-</sup>	0,13 <sup>-</sup>	-0,06 <sup>-</sup>
HCT (%)		0,71**	-0,70**	0,96**	0,69**	0,69**	0,36*
MCV (fl)			-0,51**	0,77**	0,94**	0,73**	0,43**
RDW (%)				-0,68**	-0,51**	-0,53**	-0,50**
Hb (g/l)					0,80**	0,86**	0,41*
MCH (pg)						0,86**	0,40*
MCHC (g/l)							0,39*

\*p<0,05; \*\*p<0,01.

koncentracijos. Vienam ketvirtadaliui tirtųjų geležies koncentracija kraujo serume buvo mažesnė už rekomenduojamą reikšmę, o 70 % ji buvo normali (1 pav.). Penkiems procentams tirtų asmenų buvo nustatyta padidėjusi geležies koncentracija kraujo serume, tačiau dėl mažo jų skaičiaus, šios grupės rezultatų išsamesnė statistinė analizė nebuvo atlikta.

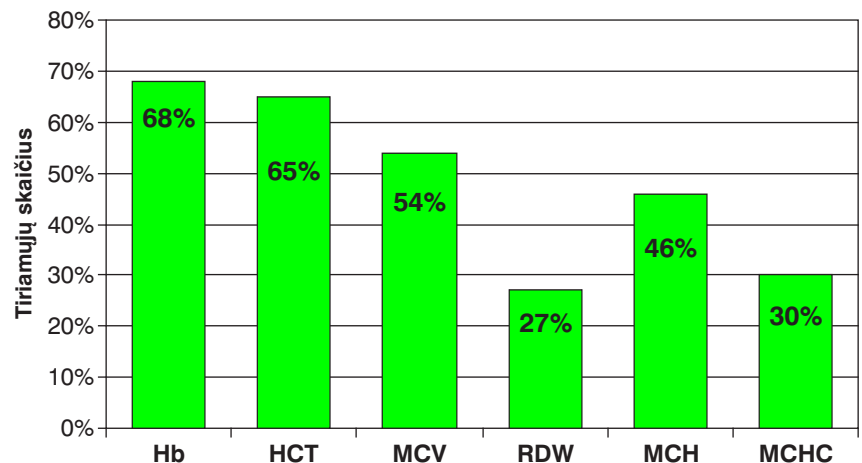
Lyginant 3 lentelėje pateiktus abiejų pacientų grupių rodiklius su rekomenduojamomis reikšmėmis matyti, kad tiriamųjų, kurių Fe koncentracija kraujo serume buvo normali, ir visi kiti tirti rodikliai buvo normos ribose. Tiriamųjų, kurių Fe koncentracija kraujo serume buvo sumažėjusi, nustatytos ir mažesnės už rekomenduojamas reikšmes HCT, MCV ir Hb koncentracijos kraujo serume.

Ketvirtoje lentelėje pateikiami duomenys, rodantys tiesinį ryšį tarp raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos tų pacientų, kurių kraujo serume Fe koncentracija buvo sumažėjusi.

Mūsų duomenimis, šioje tiriamųjų grupėje ryšiai tarp RBC ir MCV, RBC ir MCH, RBC ir MCHC, RBC ir Fe bu-

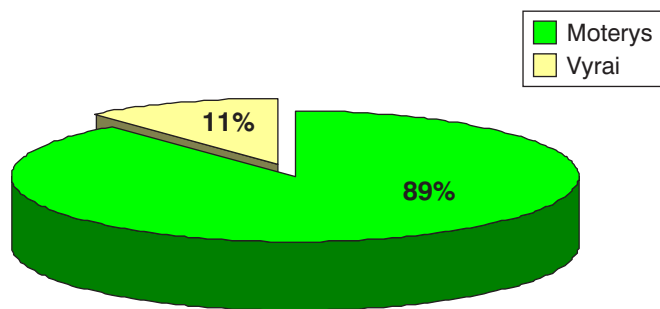
vo statistiškai nereikšmingi (p>0,05). Statistiškai reikšmingi stiprus teigiami ryšiai buvo tarp HCT ir MCV, HCT ir Hb, HCT ir MCV, MCV ir Hb, MCV ir MCH, MCV ir MCHC, Hb ir MCH, Hb ir MCHC; MCH ir MCHC; statistiškai reikšmingi vidutinio stiprumo teigiami ryšiai buvo tarp RBC ir HCT, HCT ir MCH, HCT ir MCHC; statistiškai

kai reikšmingi silpni teigiami ryšiai – tarp RBC ir Hb, Fe ir HCT, Fe ir MCV, Fe ir Hb, Fe ir MCH, Fe ir MCHC. Statistiškai reikšmingi vidutinio stiprumo neigiami ryšiai buvo tarp RDW ir HCT, RDW ir MCV, RDW ir Hb, RDW ir MCH, RDW ir MCHC, RDW ir Fe; statistiškai reikšmingi silpni neigiami ryšiai – tarp RDW ir RBC.

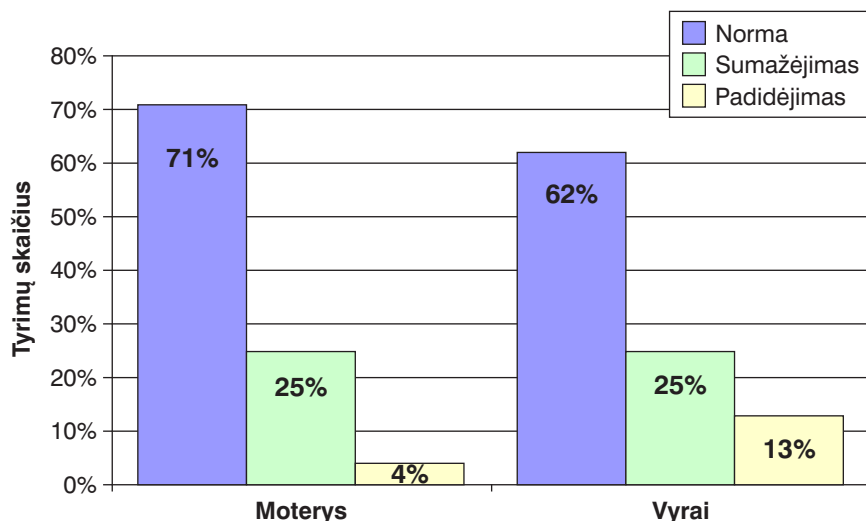


2 pav. Raudonojo kraujo rodiklių pokyčiai tiriamiesiems, kuriems nustatyta sumažėjusi Fe koncentracija kraujo serume (%)

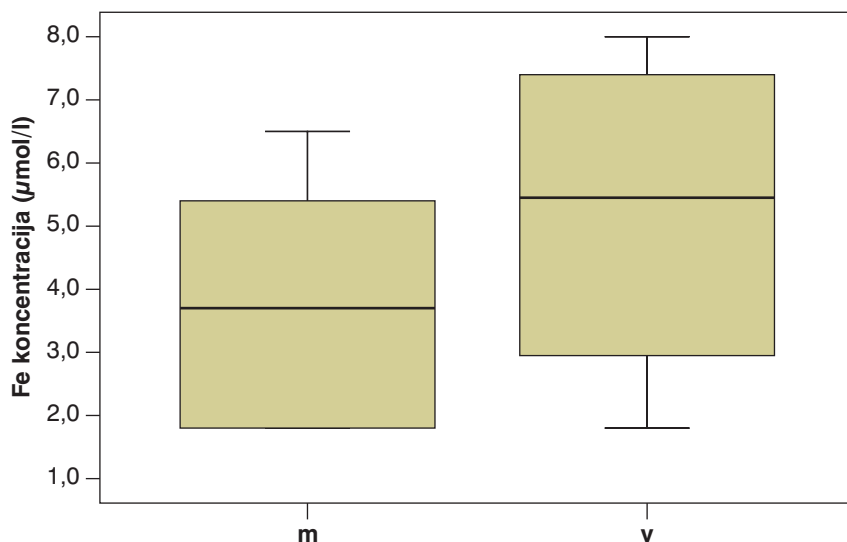
Fig. 2. Changes in red blood cell indices and iron concentration in group of patients with low serum iron concentration (%)



3 pav. Pacientų pasiskirstymas pagal lytį (%)  
Fig. 3. Distribution of patients according to age (%)



4 pav. Moterų ir vyrų geležies koncentracijos pokyčiai kraujo serume (%)  
Fig. 4. Changes in serum iron concentration of the men and women investigated



5 pav. Sumažėjusios geležies koncentracijos vyrų ir moterų kraujo serume vidurkių palyginimas  
Fig. 5. Comparison of mean iron concentration in the blood serum of the men and women investigated

Nustatėme, kad geležies stoką pacientų kraujo serume labiausiai atspindi sumažėjusi hemoglobino koncentracija, sumažėjęs hematokritas, ir padidėjęs RDW (2 pav.).

Dauguma mūsų tiriamųjų buvo moterys (3 pav.).

Tirtų moterų raudonojo kraujo rodikliai ir Fe koncentracija serume bu-

vo rekomenduojamose ribose (5 lentelė). Vyrų grupėje RBC, HCT, Hb buvo mažesni už rekomenduojamą ribą, o MCV, RDW, MCH, MCHC ir Fe koncentracija kraujo serume buvo rekomenduojamose ribose. Lyginant vyrų ir moterų grupių tirtų rodiklių vidurkius, statistiškai reikšmingų skirtumų nerasta ( $p > 0,05$ ), išskyrus RDW,

kuris statistiškai reikšmingai didesnis buvo vyrų grupėje ( $p < 0,01$ ).

Geležies stoką nustatėme 25 % moterų ir 25 % vyrų (4 pav.). Normali Fe koncentracija kraujo serume buvo 71 % moterų ir 62 % vyrų.

Raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos kraujo serume palyginimas vyrų ir moterų, kuriems nustatyta sumažėjusi ir normali Fe koncentracija, pateikiamas 6 ir 7 lentelėse.

Nustatėme, kad vyrų, kurių Fe koncentracija kraujo serume sumažėjusi, visi raudonojo kraujo rodikliai (išskyrus RDW) buvo mažesni už rekomenduojamas reikšmes. Normalios Fe koncentracijos vyrų grupėje RBC, HCT ir Hb taip pat buvo mažesni už rekomenduojamas reikšmes. Lyginami raudonojo kraujo rodiklius ir Fe koncentraciją tirtų moterų ir vyrų, kurių serume Fe koncentracija buvo sumažėjusi, statistiškai reikšmingų skirtumų neradome ( $p > 0,05$ ). Analizuodami raudonojo kraujo rodiklius ir Fe koncentraciją moterų ir vyrų, kurių serume Fe koncentracija buvo normali, nustatėme, kad moterų grupėje statistiškai reikšmingai mažesnė MCV koncentracija, RDW koncentracija ir MCH koncentracija ( $p < 0,05$ ). Geležies koncentracija statistiškai reikšmingai nesiskyrė ( $p > 0,05$ ).

Palyginus moterų sumažėjusią Fe koncentracijos vidurkį su rekomenduojama Fe koncentracijos moterų kraujo serume vidurkio reikšme, paaiškėjo, kad šios abi reikšmės statistiškai reikšmingai skiriasi viena nuo kitos ( $t = 9,56$ ,  $df = 31$ ,  $p < 0,01$ ). Vyrų sumažėjusios Fe koncentracijos kraujo serume vidurkis statistiškai reikšmingai mažesnis už rekomenduojamos Fe koncentracijos vyrų kraujo serume vidurkį ( $t = -32,28$ ,  $df = 32$ ,  $p < 0,001$ ). Penktame paveiksle pateikiamas sumažėjusios vyrų ir moterų geležies koncentracijos vidurkių palyginimas.

Moterys, kurių Fe koncentracija kraujo serume sumažėjusi, pagal PSO kriterijus buvo suskirstytos į tris amžiaus grupes: I grupė – 20–39 metų; II grupė – 40–59 metų; III grupė – 60 metų ir daugiau. Mažas tirtų vyrų skaičius riboja detalesnę statistinę atliktų tyrimų duomenų analizę.

Ištyrę raudonojo kraujo rodiklius ir Fe koncentraciją pagal tris moterų amžiaus grupes nustatėme, kad mažiausi RBC, HCT, MCV, Hb, MCH ir MCHC buvo trečioje moterų amžiaus grupėje, o RDW šioje amžiaus grupėje buvo didžiausias (8 lentelė).

Daugiausia moterų, kurių kraujo serume Fe koncentracija buvo sumažėjusi, priklausė antrai amžiaus grupei (61 %) (6 pav.).

5 lentelė. Moterų ir vyrų raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos vidurkiai bei jų palyginimas  
Table 5. Mean values and comparison of red blood cell indices and iron concentration in the groups of men and women investigated

Rodiklis	Moterys (n=134)	Rekomenduojama reikšmė	Vyrai (n=16)	Rekomenduojama reikšmė	p reikšmė
	Vidurkis±std. nuokrypis		Vidurkis±std. nuokrypis		
RBC ( $10^{12}/l$ )	4,28±0,42	4,0–5,2	4,22±0,94	4,5–5,9	0,808
HCT (%)	35,99±3,84	36–48	35,84±3,53	40–52	0,951
MCV (fl)	84,26±6,74	82–95	85,38±7,37	82–95	0,540
RDW (%)	13,36±1,31	12–15	14,33±1,78	12–15	<0,009
Hb (g/l)	123,31±15,55	120–150	124,06±36,09	135–160	0,937
MCH (pg)	29,03±3,08	26–35	29,25±4,30	26–35	0,792
MCHC (g/l)	344,42±18,11	320–360	343,13±30,22	320–360	0,804
Fe ( mol/l)	12,66±8,13	6,6–30,4	14,57±9,80	8,8–32,4	0,393

6 lentelė. Raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos palyginimas moterų ir vyrų, kurių Fe koncentracija kraujo serume sumažėjusi

Table 6. Comparison of red blood cell indices and iron concentration in the blood serum of women and men with low serum iron concentration

Rodiklis	Moterys (n=33)	Rekomenduojama reikšmė	Vyrai (n=4)	Rekomenduojama reikšmė	p reikšmė
	Vidurkis±std. nuokrypis		Vidurkis±std. nuokrypis		
RBC ( $10^{12}/l$ )	4,28±0,42	4,0–5,2	3,99±0,33	4,5–5,9	0,191
HCT (%)	34,08±4,42	36–48	30,38±5,43	40–52	0,129
MCV (fl)	79,87±9,12	82–95	75,63±7,69	82–95	0,372
RDW (%)	14,1±1,58	12–15	15,18±2,52	12–15	0,230
Hb (g/l)	114,39±18,85	120–150	96,75±30,14	135–160	0,104
MCH (pg)	26,79±4,34	26–35	23,98±5,7	26–35	0,243
MCHC (g/l)	335,73±19,65	320–360	313,75±43,95	320–360	0,075
Fe ( mol/l)	3,74±1,91	6,6–30,4	5,18±2,78	8,8–32,4	0,181

7 lentelė. Raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos palyginimas moterų ir vyrų, kurių Fe koncentracija kraujo serume normali

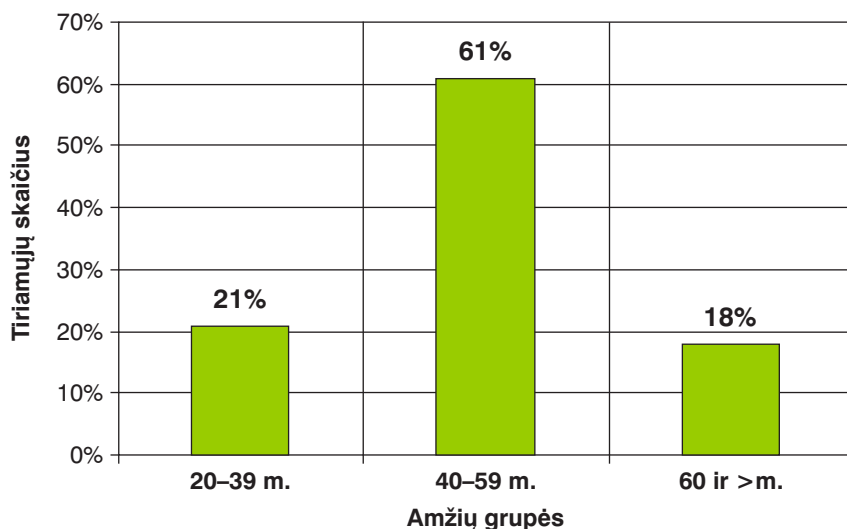
Table 7. Comparison of red blood cell indices and iron concentration in the blood serum of women and men with normal serum iron concentration

Rodiklis	Moterys (n=95)	Rekomenduojama reikšmė	Vyrai (n=10)	Rekomenduojama reikšmė	p reikšmė
	Vidurkis±std. nuokrypis		Vidurkis±std. nuokrypis		
RBC ( $10^{12}/l$ )	4,28±0,43	4,0–5,2	4,17±1,14	4,5–5,9	0,774
HCT (%)	36,59±3,52	36–48	37,08±9,43	40–52	0,872
MCV (fl)	85,50±5,09	82–95	89,10±3,54	82–95	<0,031
RDW (%)	13,15±1,13	12–15	14,19±1,61	12–15	<0,009
Hb (g/l)	126,00±13,46	120–150	130,40±36,30	135–160	0,714
MCH (pg)	29,64±2,10	26–35	31,02±1,74	26–35	<0,049
MCHC (g/l)	346,82±17,03	320–360	349,50±16,99	320–360	0,642
Fe ( mol/l)	14,49±5,89	6,6–30,4	14,11±4,41	8,8–32,4	0,813

8 lentelė. Raudonojo kraujo rodikliai ir Fe koncentracija tirtose moterų amžiaus grupėse

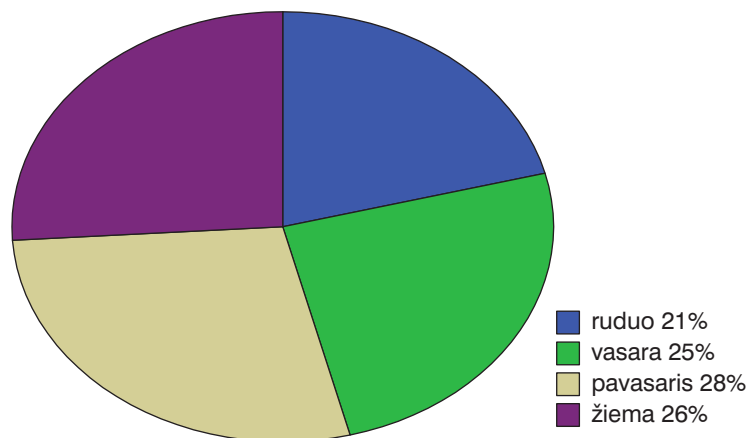
Table 8. Red blood cell indices and iron concentration in different age groups of women

Rodiklis	I grupė (20–39 m.) (n=7)	II grupė (40–59 m.) (n=20)	III grupė (60 metų ir daugiau) (n=6)	Rekomenduojama reikšmė
	Vidurkis±std. nuokrypis	Vidurkis±std. nuokrypis	Vidurkis±std. nuokrypis	
RBC ( $10^{12}/l$ )	4,16±0,26	4,44±0,27	3,90±0,67	4,0–5,2
HCT (%)	33,61±2,88	35,51±4,10	29,90±4,65	36–48
MCV (fl)	81,67±4,94	79,91±9,06	77,65±13,44	82–95
RDW (%)	14,39±0,91	13,74±1,79	15,00±1,10	12–15
Hb (g/l)	116,14±14,68	119,05±17,57	96,83±19,53	120–150
MCH (pg)	28,4±2,83	26,69±4,30	25,23±5,85	26–35
MCHC (g/l)	345,71±16,75	336,35±17,94	322,00±23,34	320–360
Fe ( mol/l)	3,44±2,11	3,94±1,96	3,42±1,77	6,6–30,4



6 pav. Tirtų moterų, kurių Fe koncentracija kraujo serume sumažėjusi, pasiskirstymas pagal amžiaus grupes (%)

Fig. 6. Distribution of women with low serum iron concentration according to age (%)



7 pav. Raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos kraujo serume tyrimų skaičiaus pasiskirstymas pagal metų laiką (%)

Fig. 7. Distribution of tests of red blood cell indices and iron concentration according to season

Analizuodami tyrimų atlikimo laiką pastebėjome, kad atliktų raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos tyrimų skaičius įvairiu metų laiku pasiskirstęs panašiai, šiek tiek daugiau ty-

rimų buvo atlikta pavasarį, o rudenį tyrimų daryta mažiausiai (7 pav.).

Visais metų laikais atlikti raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos tyrimai buvo rekomenduojamu

reikšmių ribose, išskyrus HCT, kuris žiemą ir pavasarį atliktuose tyrimuose buvo sumažėjęs (9 lentelė).

Palyginę Fe koncentracijos kraujo serume vidurkius įvairiais metų laikais nustatėme, kad jie statistiškai reikšmingai skiriasi (atitinkamai: žiemą ir rudenį ( $t=-7,30$ ,  $df=30$ ,  $p<0,001$ ), pavasarį ir rudenį ( $t=-5,98$ ,  $df=30$ ,  $p<0,001$ ), vasarą ir rudenį ( $t=-5,52$ ,  $df=30$ ,  $p<0,001$ )).

Aptikome aiškius sezoninius Fe koncentracijos kraujo serume pokyčius, rodančius, kad labiausiai geležies stokojama žiemą ir pavasarį (8 pav.).

Palyginę rekomenduojamų Fe koncentracijų kraujo serume vidurkius žiemą, pavasarį, vasarą ir rudenį su nustatytais sumažėjusių Fe koncentracijų kraujo serume vidurkiu tuo pačiu metų laiku, radome statistiškai reikšmingus skirtumus ( $p<0,001$ ) (10 lentelė).

## REZULTATŲ APTARIMAS

Iš 150 tiriamųjų sumažėjusi geležies koncentracija kraujo serume nustatyta 37 pacientams (25%). Šie duomenys neprieštarauja mokslinėje literatūroje skelbiamiems kitų autorių duomenims [4, 17]. Mūsų tirtų pacientų visi raudonojo kraujo rodikliai buvo rekomenduojamų reikšmių ribose, todėl įvertinome raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos serume tiesinį ryšį, apskaičiuodami koreliacijos koeficientus. Mes nustatėme statistiškai reikšmingą vidutinio stiprumo teigiamą priklausomybę tarp Fe ir HCT, Fe ir MCV, Fe ir Hb, Fe ir MCH, Fe ir MCHC bei statistiškai reikšmingą silpną neigiamą priklausomybę tarp Fe ir RDW. Neaptikome statistiškai reikšmingo ryšio tarp Fe koncentraci-

9 lentelė. Raudonojo kraujo rodikliai ir Fe koncentracija tiriamųjų kraujo serume įvairiu metų laiku

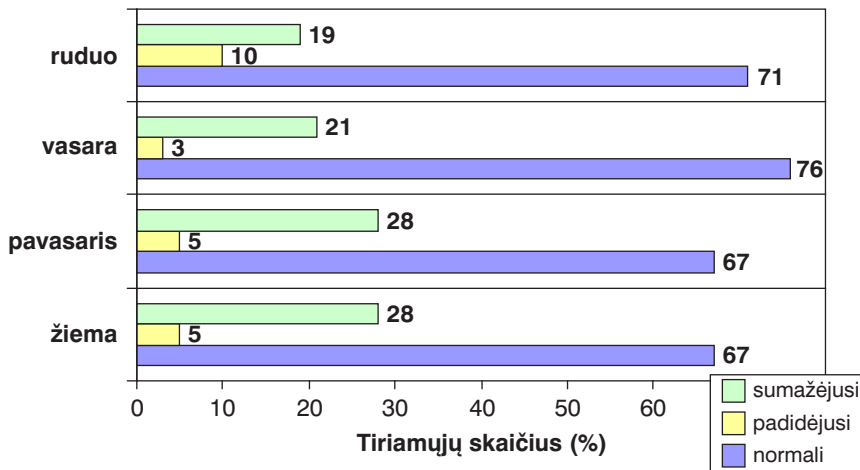
Table 9. Red blood cell indices and iron concentration of patients in different seasons

Rodiklis	Žiema (n=39)	Pavasaris (n=42)	Vasara (n=38)	Ruduo (n=31)	Rekomenduojama reikšmė
	Vidurkis±st. nuokrypis	Vidurkis±st. nuokrypis	Vidurkis±st. nuokrypis	Vidurkis±st. nuokrypis	
RBC ( $10^{12}/l$ )	4,24±0,38	4,25±0,58	4,35±0,55	4,23±0,44	mot. 4,0–5,2 vyr. 4,5–5,9
HCT (%)	35,25±4,74	35,69±4,65	36,51±4,65	36,60±3,93	mot. 36–48; vyr. 40–52
MCV (fl)	82,81±6,09	84,53±9,58	84,40±4,61	86,13±4,92	82–95
RDW (%)	13,54±1,43	14,01±1,69	13,08±1,04	13,09±1,01	12–15
Hb (g/l)	122,21±20,53	122,93±20,54	122,21±17,20	126,97±15,14	mot. 120–150 vyr. 135–160
MCH (pg)	29,03±3,56	29,06±3,87	28,33±2,13	29,94±2,82	26–35
MCHC (g/l)	348,90±22,75	343,71±20,12	336,74±16,33	348,48±16,00	320–360
Fe (mol/l)	12,77±8,36	12,09±9,02	12,64±7,38	14,32±8,53	mot. 6,6–30,4 vyr. 8,8–32,4

10 lentelė. Fe koncentracijos vidurkiai ir jų palyginimas žiemą, pavasarį, vasarą, rudenį normalios ir sumažėjusios Fe koncentracijos grupėse

Table 10. Comparison of mean serum iron concentration in different seasons in groups of patients with normal and low serum iron concentration

Rodiklis	Žiema	Pavasaris	Vasara	Ruduo	Rekomenduojama reikšmė
	Vidurkis±st. nuokrypis	Vidurkis±st. nuokrypis	Vidurkis±st. nuokrypis	Vidurkis±st. nuokrypis	
Sumažėjusi Fe ( mol/l)	3,80±1,74	3,21±2,13	4,15±2,32	5,10±1,74	mot. 6,6–30,4
Normali Fe ( mol/l)	14,99±5,51	14,31±6,68	14,20±5,39	14,33±5,52	vyr. 8,8–32,4
p reikšmė	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	



8 pav. Fe koncentracijos kraujo serume pasiskirstymas įvairiu metų laiku  
Fig. 8. Serum iron concentration of patients in different seasons

jos serume ir RBC. Tai leidžia teigti, kad geležies koncentracijos kraujo serume pokyčiai susiję su raudonojo kraujo rodiklių kitimu, išskyrus RBC.

Pasaulio sveikatos organizacijos bei daugelio mokslininkų siūlymu, anemiją galima diagnozuoti pagal hemoglobino koncentraciją, kai vaikams ir moterims iki menopauzės ji yra mažesnė nei 120 g/l, o vyrams ir moterims po menopauzės mažesnė nei 130 g/l [14]. Jungtinėse Amerikos Valstijose anemija diagnozuojama atsižvelgiant ne tik į hemoglobino koncentraciją, bet ir į hematokrito vertę. Laikoma, kad jei moterų hematokrito vertė yra mažesnė kaip 0,36, o vyrų mažesnė kaip 0,41, – toks pacientas serga anemija [4]. Teigiama, kad geležies stokai organizme sutrikdžius hemoglobino sintezę, pasireiškia mikrocitinė hipochrominė anemija: mažėja MCV, MCH ir MCHC indeksai [19, 13]. Mūsų atlikto tyrimo duomenys parodė, kad geležies stoką pacientų kraujo serume gerai atspindi hemoglobino koncentracijos ir hematokrito sumažėjimas bei RDW padidėjimas. Nustatyta statistiškai reikšminga teigiama priklausomybė tarp geležies koncentracijos tiriamųjų kraujo serume ir sumažėjusių MCV, MCH bei MCHC reikšmių patvirtina, kad geležies stokai būdingas šių raudonojo kraujo rodiklių sumažėjimas. Statistiškai reikšmingai neigiamai ko-

reliuojantis su Fe koncentracija RDW, kaip teigiama, yra vienas jautriausių Fe stokos rodiklių, o jo padidėjimas, mūsų duomenimis, rastas 27 % tiriamųjų.

Vertindami raudonojo kraujo rodiklių ir Fe koncentracijos pokyčių priklausomybę nuo lyties nustatėme, kad šie rodikliai bendroje moterų grupėje buvo rekomenduojamų reikšmių ribose, o vyrų grupėje RBC, HCT ir Hb reikšmės buvo mažesnės už rekomenduojamas. Statistiškai reikšmingo vidurkių skirtumo abiejose grupėse pagal lytį neaptikome, išskyrus RDW vidurkį, kuris buvo reikšmingai mažesnis moterų nei vyrų. Literatūros duomenimis, vyrų geležies atsargos yra trečdaliu didesnės nei moterų, o nukraujavus galimybė hemoglobiniui atsigaminti iš geležies atsargų yra daug didesnė nei moterų [18]. Vyrų organizme hemoglobinas iš geležies atsargų atsinaujina netekus iki 2000 ml kraujo, o moterų – ne daugiau kaip 500 ml. Vyrų per parą praranda apie 1 mg geležies, prarastam geležies kiekiui atnaujinti vyrams pakanka pasisavinti 5–10 % (arba 1 mg) per dieną su maistu gautos geležies (15–20 mg) [18]. Moterys ypač daug geležies praranda fiziologinių kraujavimų, nėštumo metu, gimdydamos ir maitindamos krūtimi. Kad moters organizme būtų palaikyta geležies apykaitos pusiausvyra, turi

būti absorbuojama 15–20 % maisto geležies (arba 1,5 mg) per dieną. Nors mūsų tyrimo metu nustatyta geležies stoka moterų ir vyrų grupėse sudarė po 25 %, tačiau atkreiptinas dėmesys, kad bendras mūsų tirtų vyrų skaičius buvo daug mažesnis (n=16), todėl galime daryti prielaidą, kad geležies stoka moterų kraujyje yra didesnė.

Palyginę tirtų moterų grupėje išmatuotą sumažėjusios Fe koncentracijos vidurkį 3,74±1,91 mol/l su normalios Fe koncentracijos moterų kraujo serume vidurkiu 14,49±5,9 mol/l, nustatėme, kad abu vidurkiai statistiškai reikšmingai skiriasi vienas nuo kito. Šie duomenys patvirtina kitų mokslininkų skelbiamus duomenis apie geležies stokos anemijai būdingą geležies koncentracijos kraujo serume sumažėjimą [13, 14, 17].

Mūsų tyrimo duomenimis, labiausiai geležies stokoja 40–59 metų moterys – jų amžiaus grupėje Fe stoka kraujo serume sudaro net 61 % visų nustatytos sumažėjusios Fe koncentracijos tyrimų skaičiaus moterų grupėje. Mokslinės literatūros duomenimis, apie 50 % vaisingo amžiaus moterų būdinga slapta geležies stoka, kai geležies atsargos išsenka, bet anemija nepasireiškia [17]. Lietuvoje vienai iš trijų, o Vakarų Europos šalyse vienai iš penkių vaisingo amžiaus moterų aptinkama geležies stoka, tačiau tik mažiau nei ketvirtadaliui jų pasireiškia anemija [8, 9].

Mūsų tyrimas parodė, kad Fe koncentracijos pokyčiai kraujo serume priklauso nuo to, kuriuo metų laiku buvo atliktas tyrimas. Nors įvairiu metų laiku nustatyti raudonojo kraujo rodikliai buvo normos ribose (išskyrus žiemą ir pavasarį sumažėjusį HCT), tačiau ryškiausia geležies stoka buvo žiemą (28 % tiriamųjų) ir pavasarį (28 % tiriamųjų). Vasarą ir rudenį atliktų tyrimų, kuriais nustatyta sumažėjusi Fe koncentracija kraujo serume, tyrimų skaičius buvo daug mažesnis ir sudarė atitinkamai 21 % ir 19 %. Statistiškai reikšmingai didesnę Fe koncentracijos vidurkį išmatavome rudenį. Mūsų duomenys patvirtina, kad geležies stoka šiuo metų laiku yra mažesnė [20–22].



## IŠVADOS

1. Įvertinę 150 pacientų raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos kraujo serume pokyčius nustatėme, kad geležies stoka kraujo serume labiausiai atspindi hemoglobino koncentracijos, hematokrito, vidutinio eritrocitų tūrio, vidutinio hemoglobino kiekio eritrocite, vidutinės hemoglobino koncentracijos eritrocituose sumažėjimas ir eritrocitų pasiskirstymo pločio padidėjimas.
2. Dėl mažo ištirtų vyrų skaičiaus nenustatėme statistiškai reikšmingų raudonojo kraujo rodiklių ir geležies koncentracijos pokyčių priklausomybės nuo paciento lyties, tačiau tyrimo rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad geležies stoka moterims yra didesnė.
3. Mūsų duomenimis, labiausiai geležies stokoja 40–59 metų moterys – jų amžiaus grupėje geležies stoka sudaro 61 %.
4. Didžiausiam tiriamųjų skaičiui geležies stoka buvo nustatyta žiemą ir pavasarį. ♦

Gauta: 2009 06 08  
Priimta spaudai: 2009 06 29

## Summary

### THE EVALUATION AND IMPORTANCE OF RED BLOOD CELL INDICES AND SERUM IRON CONCENTRATION FOR DIAGNOSING IRON DEFICIENCY ANEMIA

Gitana Kliaugienė, Aldona Valatkaitė, Vaiva Hendrixson

**The aim** of the research is to assess changes in red blood cell indicators and in serum iron concentration as signs of iron-deficiency anaemia.

**Material and Methods.** One hundred and fifty patients at the Rokiškis Psychiatric Hospital were tested. The following was determined: erythrocyte count (RBC), hematocrit (HCT), mean corpuscular volume (MCV), red blood cell distribution width (RDW), haemoglobin (Hb), mean corpuscular haemoglobin (MCH), mean cell haemoglobin concentration (MCHC), and iron (Fe). Testing was carried out using semi-automatic analysers: RBC — impedance; Hb — cyanmethaemoglobin; the HCT analyser calculates by multiplying the red blood cell count by the MCV value; the MCHC analyser calculates by dividing the haemoglobin concentration by the hematocrit; the MCV analyser makes a direct count; RDW is an expression of the coefficient of variation in red cell volume distribution; MCH is derived from the ratio between the amount of haemoglobin

and the number of erythrocytes present; and Fe — kinetic.

**Results.** The research results showed that in 25% of the people researched serum iron concentration was lower than recommended and was on average  $3.89 \pm 2.03$  mol/l. The most significant Fe deficiency was identified in the group of 40–59-year-old women (61% of the group researched). Iron deficiency was best reflected by the reduced amount of hematocrit (65%); reduced haemoglobin concentration (68%); lower indicators of MCV (54%), MCH (46%), and MCHC (30%); and higher indicators of the RDW (27%). A reduction in iron concentration was observed in all seasons, with the highest indicators in winter and spring.

**Conclusions.** We identified that the reduction in serum iron concentration is related to changes in the indicators of red blood cells. Testing of these indicators is therefore significant in diagnosing iron-deficiency anaemia.

**Keywords:** iron deficiency anaemia, hematocrit, haemoglobin.

## LITERATŪRA

1. Čiornienė L, Budrionienė R. Geležies rezorbcijos ir apykaitos žmogaus organizme ypatumai. *Laboratorinė medicina* 2008; 4: 200–10.
2. Deicher R, Hörl WH. New insights into the regulation of iron homeostasis. *European Journal of Clinical Investigation* 2006; 36: 301–9.
3. Brissot P, Troadec MB, Loreal O. The clinical relevance of new insights in iron transport and metabolism. *Curr Hematol* 2004; 3: 107–15.
4. National Center for Health Statistics. FASTATS-Anemia. National Center for Health Statistics. [http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr\\_10/sr10\\_194.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_10/sr10_194.pdf)
5. www.lsic.lt
6. Matuzevičienė R. Šiuolaikinė laboratorinė anemijos sindromo diagnostika. *Laboratorinė medicina* 2007; 4: 200–10.
7. Ludwig H, Fritz E. Anemija in cancer patients. *Semin Oncol* 1998; 25: 2–6.
8. Weiss G. Pathogenesis and treatment of anaemia of chronic disease. *Blood Rev* 2002; 16: 87–96.
9. Spivak JL. Iron and the anemia of chronic disease. *Oncology*. *Huntingt* 2002; 16: 25–33.
10. Dunne JR, Malone D, Tracy JK, Gannon C, Napolitano LM. Perioperative anemia: an independent risk factor for infection, mortality, and resource utilization in surgery. *J Surg Res* 2002; 102: 237–44.
11. Weiss G. Iron metabolism in the anemia of chronic disease. *Biochimica, Biophysica Acta* 2008; 2–8.
12. Thomas C, Thomas L. Anemia of chronic disease: pathophysiology and laboratory diagnosis. *Lab Hematol* 2005; 11: 14–23.
13. Jurgutis M. Raudonojo kraujo rodiklių reikšmė vertinant geležies poreikį eritropoezei. *Laboratorinė medicina* 2004; 1: 26–8.
14. Matuzevičienė R, Jurgutis R. Raudonojo kraujo tyrimas ir jo interpretacija. *Laboratorinė medicina* 1999; 4: 25–30.
15. Simovich MJ, Conrad ME, Umbreit JN, Moore EG, Hainsworth LN, Smith HK. Cellular location of proteins related to iron absorption and transport. *American Journal of Hematology* 2002; 69: 164–70.
16. Ohgami RS, Campagna DR, Greer EL, Antiochos B, McDonald A, Chen J, et al. Identification of a ferrireductase re-
- quired for efficient transferrin-dependent iron uptake in erythroid cells. *Nat Genet* 2005; 37.
17. Thomas C, Thomas L. Biochemical and hematologic indices in the diagnosis of functional iron deficiency. *Clin Chem* 2002; 48: 1066–76.
18. Kotisaari S, Romppanen J, Penttilä I, Punnonen K. The Advia 120 red blood cell and reticulocyte indices are useful in diagnosis of iron-deficiency anemia. *Eur J Haematol* 2002; 68: 150–6.
19. Kemna EHJM, Tjaslsma H, Williams HL, Swinkels DW. Hepcidin: from discovery to differential diagnosis. *Haematologica* 2008; 1(93): 90–7.
20. Quigley JG, Yang Z, Worthington MT, Phillips JD, Sabo KM, Sabath DE, et al. Identification of a human heme exporter that is essential for erythropoiesis. *Cell* 2004; 118: 757–66.
21. Weiss G, Goodnuough TL. Anemia of chronic disease. *NEJM* 2005; 10(352): 1011–2.
22. Miret S, Simpson RJ, McKie AT. Physiology and molecular biology of dietary iron absorption. *Annual Review of Nutrition* 2003; 23: 283–301.