

## PERIFERINĖS PERFUZIJOS VERTINIMO REIŠMĖ KLINIKINĖJE PRAKTIKOJE

Andrius Pranskūnas<sup>1</sup>, Erika Šalčiūtė<sup>2</sup>, Živilė Pranskūnienė<sup>3</sup>, Neringa Balčiūnienė<sup>1</sup>,  
Edvin Šneider<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Intensyviosios terapijos klinika,

<sup>2</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos fakultetas,

<sup>3</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Vaistų technologijos ir socialinės farmacijos katedra

**Raktažodžiai:** periferinė perfuzija, neinvazinis vertinimas, subjektyvus klinikinis vertinimas, kapiliarų prisipildymo laikas, temperatūros gradientas, periferinės perfuzijos indeksas

### Santrauka

Periferinės perfuzijos monitoravimas yra paremtas koncepcija, kad šoko metu kraujotaka anksčiau-pablogėja periferiniuose audiniuose, o gydymo metu jų kraujotaka atsistato vėliausiai. Stebint odos ir raumenų perfuziją galima anksti įtarti sisteminės kraujotakos blogėjimą. Šiame straipsnyje apžvelgėme nesudėtingus, klinikinėje praktikoje dažniausiai naudojamus neinvazinius periferinės perfuzijos vertinimo metodus bei pateikėme kliniskus tyrimus, kuriais vertinamas šių metodų ryšys su baigtimis ir organų funkcijos pokyčiais.

### Įvadas

Svarbiausias kraujotakos stebėjimo tikslas yra kuo anksčiau nustatyti nepakankamą audinių perfuziją bei įsotinimą deguonimi. Tai padeda anksčiau pradėti gydymą ir taip išvengti organų pažeidimo. Klinikinėje praktikoje audinių perfuzija ir įsotinimas deguonimi dažniausiai vertinami atsižvelgiant į įprastinių sisteminių rodiklių, pvz., arterinio kraujospūdžio, arterinio kraujo sudėties, laktatų rodmenis. Tačiau sisteminės kraujotakos rodmenys neturi sąsajos su laktatų kiekiu kraujyje ir organų mikrocirkuliacijos būkle [1, 2]. Be to, sisteminės kraujotakos tyrimams dažnai naudojami invaziniai metodai, kurie atliekami tik intensyviosios terapijos skyriuje ir užima daug laiko. Atsižvelgiant į šiuos trūkumus ieškoma būdų, kaip tiksliai ir greitai įvertinti audinių kraujotaką ir įsotinimą deguonimi.

Šoko metu kraujotaka yra nukreipiama nuo mažiau svarbių organų (pvz., odos, raumenų) link gyvybiškai svarbių (širdis, smegenys, inkstai). Monitoruojant perfuziją

mažiau gyvybei reikšminguose audiniuose galima anksti nustatyti pablogėjusią perfuziją gyvybiškai svarbiuose audiniuose. Periferinės perfuzijos stebėjimas gali būti paremtas koncepcija, kad šoko metu kraujotaka anksčiausiai pablogėja periferiniuose audiniuose, o gydymo metu jų kraujotaka atsistato vėliausiai [3]. Oda ir skersaruožiai raumenys yra funkciškai ir metaboliškai skirtingi organai, tačiau jų kraujotaka turi panašumų. Šių organų kraujotaką vidutiniškai arba stipriai veikia simpatiniai vazokonstriktiniai mechanizmai, o autoreguliacija yra silpna. Vainikinių širdies kraujagyslių, smegenų ir inkstų kraujotakai būdinga aukšto laipsnio autoreguliacija ir silpna simpatinė kontrolė. Žinoma, kad tiek hipodaminės, tiek ir hiperdaminės eigos šoko metu gali pasireikšti pablogėjusios periferinės audinių perfuzijos požymiai [4]. Pablogėjusi periferinė perfuzija nustatoma klinikinio vertinimo, odos temperatūros matavimu bei naudojant optinius prietaisus. Šie metodai yra neinvaziniai ir nesunkiai atliekami prie ligonio lovos. Kyla klausimas, ar periferinės perfuzijos tyrimui naudojami neinvaziniai metodai turi prognostinę reikšmę.

**Pagrindinis mūsų tikslas šiame straipsnyje** yra apibūdinti nesudėtingus, dažniausiai naudojamus neinvazinius periferinės perfuzijos vertinimo metodus klinikinėje praktikoje bei apžvelgti kliniskus tyrimus, kuriais vertinamas šių metodų ryšys su baigtimis ir organų funkcijos pokyčiais.

### Tyrimo medžiaga ir metodai

Pasirinkti 1969–2014 metais publikuoti klinikiniai tyrimai su žmonėmis (pacientais), kurių būklė buvo kritinė. Straipsnių paieška atlikta *Pubmed*, *Google scholar* duomenų bazėse. Paieškoje naudoti raktažodžiai anglų kalba: *peripheral perfusion, noninvasive monitoring, subjective clinical assessment, temperature gradients, peripheral perfusion index, near infrared spectroscopy, critically ill*.

**Klinikinis periferinės perfuzijos vertinimas.** Peri-

**1 lentelė.** Periferinės perfuzijos vertinimo metodai  
*KPL, kapiliarų prisipildymo laikas; NIRS, artimosios srities infraraudonųjų spindulių spektroskopija; PPI, periferinės perfuzijos indeksas*

Metodas	Privalumai	Trūkumai	Ryšys su mirštamumu
<b>Subjektyvus odos temperatūros vertinimas</b>	Lengvai atliekamas	Subjektyvus. Netinka pacientams, kuriems yra periferinių kraujagyslių okliuzinė liga. Įtakos turi aplinkos temperatūra.	Yra
<b>Odos margumo vertinimas</b>	Lengvai atliekamas	Netinka juodaodžiams	Yra
<b>KPL</b>	Lengvai atliekamas	Turi įtakos aplinkos, odos ir vidinės kūno temperatūra, apšvietimas	Yra
<b>Kūno temperatūros gradientai: vidinės ir kojos nykščio, dilbio ir piršto</b>	Validuoti odos kraujotakos tyrimo metodai	Naudojami mažiausiai du temperatūros davikliai; sunku vertinti hipotermijos atveju	Yra
<b>PPI</b>	Nustatomas pulsoksimetrijos metu, realiu laiku rodo periferinių kraujagyslių vazomotorinio tonuso pokyčius	Netikslus, kai pacientas juda; matuojamas ant piršto	Yra
<b>NIRS</b>	Neinvazinis optinis metodas; perfuzija gali būti matuojama įvairiose vietose	Įvairios prietaisų modifikacijos, kraujagyslių okliuzijos testas nėra standartizuotas. Rodmenims reikšmės turi odos storis, riebalinio audinio storis, edemos	Yra

ferinę kraujotaką galima lengvai įvertinti atliekant fizinę paciento apžiūrą, kurios metu liečiamasi prie ligonio odos ir matuojamas kapiliarų prisipildymo laikas. Klinikiniai nenormalios kraujotakos odoje požymiai yra šalta, blyški, prakaituota ir marga oda, taip pat pailgėjęs kapiliarų prisipildymo laikas (1 lentelė).

*Subjektyvus odos temperatūros vertinimas.* Odos tem-

peratūra yra vertinama kambario temperatūroje tyrėjui priglaudžiant dorsalinį jo plaštakos ar pirštų paviršių (ši plaštakos dalis jautriausia temperatūros pokyčiams) paeiliui prie visų keturių paciento galūnių. Subjektyviai galūnės gali būti šaltos arba šiltos. Pacientas turi šaltas galūnes, jei vertintojo nuomone visos galūnės yra šaltos arba šaltos tik apatinės galūnės, neatsižvelgiant į šiltas viršutines galūnes [5]. Toks vertinimas netinka pacientams, kuriems yra periferinių kraujagyslių okliuzinė liga. Besikeičiant odos temperatūrai, taip pat ir subjektyviai jos pojūčiui, kartu keičiasi objektyvus odos kraujotakos rodmenys tiek sveikiems, tiek ir pacientams, kurie yra kritinėje būklėje [6, 7]. Piršto galiuko temperatūra taip pat koreliuoja su objektyviais piršto galiuko kraujotakos rodmenimis [8]. Tyrimai rodo, kad subjektyviai šaltos galūnės yra susijusios su mažesniu minutiniu širdies tūriu, didesniu laktatų kiekiu [5, 9] bei blogesne organų funkcija [9] pacientams, kurie gydomi intensyviosios terapijos skyriuje (tarp jų yra pacientų, kuriems yra sepsis). Be to, šaltos ir prakaituotos galūnės yra susijusios su didesniu pacientų, kuriems yra kardiogeninis šokas, mirštamumu [10].

Subjektyviai ligonio odos temperatūros vertinimui gali turėti įtakos aplinkos temperatūra. Toks vertinimas turėtų būti atliekamas kambario temperatūros sąlygomis (22°C). Taip pat įtakos gali turėti periferinių kraujagyslių okliuzinė liga.

*Odos margumas.* Odos margumas yra lengvai atpažįstamas požymis, kuris gali pasireikšti pacientams, kurie yra kritinėje būklėje. Odos margumas (angl. *mottling*) - tai melsvų odos dėmių plitimas, kuris dažniausiai prasideda kelių ar alkūnių srityje. Jis atsiranda dėl heterogeninės mikrokraujagyslių vazokonstrikcijos ir rodo nenormalią odos perfuziją. Medicinos vadovėliuose teigiama, kad odos margumas yra šoko požymis. Daugiau kaip prieš 40 metų V.Vic-Dupont ir kolegos [11] aprašė pacientų, kuriems yra sepsinis šokas, klinikinius požymius, iš kurių odos margumas kelio srityje pasireiškė 65 proc. pacientų. Visai neseniai H.Ait-Outfella ir kolegos [12], siekdami objektyviai vertinti odos margumą, sukūrė objektyvią skalę, kuri paremta margumo ploto, besitęsiančio nuo kelio centro link periferijos, vertinimu (1 pav.). Taigi, šios skalės pagalba galima apibūdinti margumo plitimą nuo kelio link periferijos balais nuo 0 iki 5: 0 – margumo nėra; 1 – mažas (monetos dydžio) margas plotelis kelio centre; 2 – margumas neišplitęs už viršutinės girtelės ribos; 3 – margumas išplitęs ne toliau kaip šlaunies viduryje; 4 – margumas išplitęs ne toliau kaip kirkšnies raukšlė; 5 – margumas išplitęs už kirkšnies raukšlės ribų. Ši mokslininkų grupė nustatė, kad kuo didesnis margumo balas per pirmas 6 valandas nuo gydymo pradžios, tuo didesnis pacientų, kuriems yra sepsi-

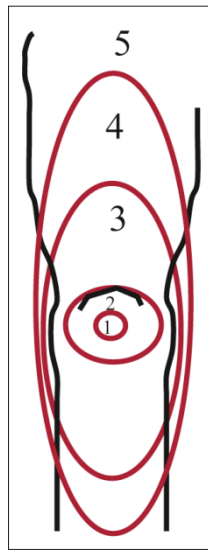
nis šokas, 14-os dienų mirštamumas. Margumo balo didėjimas turi ryšį su laktatų kiekiu kraujyje didėjimu, diurezės mažėjimu bei organų funkcijos blogėjimu. Margumo skalė neturi ryšio su sisteminės hemodinamikos pokyčiais. Margumo skalę lengva išmokti, yra mažas vertinimo variabilumas tarp tyrėjų, todėl gali būti naudojama klinikinės apžiūros metu. Šio metodo trūkumas yra tas, jog jis negali būti pritaikomas juodaodžiams pacientams.

*Kapiliarų prisipildymo laikas.* Kapiliarų prisipildymo laikas (KPL) – tai laikas, per kurį išorinė kapiliarų ložė atgauna įprastą spalvą po to, kai buvo suspausta iki blyškumo. Pirmasis šį metodą aprašė H.K.Beecher su kolegomis 1947 metais [13]. Naudojami KPL skirstymą į normalų, sulėtėjusį ir labai lėtą, jie nustatė ryšį su šoko buvimu bei jo sunkumu. 1981 m. H.R.Champion ir kolegės [14] įtraukė KPL į traumos vertinimo skalę, jo normalia verte laikydami mažiau nei 2 sekundes. Nuo to laiko KPL vis plačiau naudojamas suaugusių ir vaikų specializuotos pagalbos algoritmuose kaip greitas ir struktūrinis kraujotakos vertinimo komponentas. Toliau vyksta diskusija dėl KPL normos ribų, faktorių, galinčių turėti įtakos jo rodmenims bei matavimų validumo.

D.L.Shriger ir L.Baraff [15] nustatė, kad sveikų žmonių KPL viršutinė normos riba yra susijusi su amžiumi ir gali siekti 4,5 sek. Naujagimiams norma yra iki 3 sek., vaikams – iki 2 sek., suaugusiems vyrams normali vertė taip pat yra iki 2 sek., moterims – iki 2,9 sek. Tuo tarpu senyvo amžiaus žmonėms kapiliarų prisipildymo laikas gali būti vertinamas kaip normalus, jei jis yra ne ilgesnis kaip 4,5 sek.

Atlikti klinikiniai tyrimai parodė, kad yra koreliacija tarp KPL ir dehidracijos laipsnio vaikams, kuriems yra diareja. KPL nuo 1,5 iki 3,0 sek. yra susijęs su 50 – 100 ml/kg skysčių trūkumu, o KPL > 3 sek. rodo didesnę kaip 100 ml/kg skysčių deficitą [16]. Vaikams prailgėjęs KPL, t.y. >2sek., rodo dehidraciją ≥5 proc. kūno svorio [17]. KPL didesnis kaip 2 sek. yra vienas iš stipriausių ir ankstyvų sunkios infekcijos (sepsio) vaikams rodmenų ambulatorinėmis sąlygomis [18]. Taip pat nustatyta, kad vaikams KPL ≤ 2 sek. yra susijęs su viršutinės tuščiosios venos deguonies saturacija ≥ 70 proc. [19].

A.Lima ir kolegų [9] atliktas tyrimas parodė, kad inten-



**1 pav.** Odos margumo skalė. Ji paremta margumo plotu, besitęsiančiu nuo kelio centro periferijos link

syvios terapijos skyriuje pirmas 24 val. gydomų suaugusių pacientų KPL didesnis kaip 4,5 sek yra susijęs su audinių hipoperfuzija. Per pirmas 24 val. intensyvaus gydymo KPL vertinimas padeda atskirti pacientus, kuriems yra sunkesnis organų funkcijos nepakankamumas. KPL > 4,5 rodo ne tik ryšį su sumažėjusia audinių perfuzija, bet ir didesnę organų funkcijos blogėjimo tikimybę per kitas dienas palyginti su pacientais, kurių KPL yra normalus. Nors nemažo matavimų variabilumo tarp atskirų tyrėjų buvimas išlieka diskusijų objektu, KPL viršutinė normos riba 4,5 sek. yra reikšmingas rodmuo pacientams, kurie gydomi intensyviosios terapijos skyriuje pirmas 24 val.

Aplinkos, odos ir vidinė kūno temperatūra turi įtakos KPL. Todėl KPL matavimai turėtų būti atliekami patalpoje, kurios oro temperatūra yra pastovi, apie 22 °C. Patalpa turi būti gerai apšviesta, nes prieblandoje galimi klaidingi vertinimai [20]. Tiriomojo ranka pakeliama iki širdies lygio. Tyrėjas suspaudžia tiriomojo piršto nagą (suaugusiems dažniausiai rankos rodomojo piršto nagą) ir atleidžia, įjungia laikmatį ir pamatuoja laiką, per kurį nago guolis atgauna įprastą spalvą. Vis dar diskutuojama, kurį pirštą ar kurią vietą reikėtų naudoti matavimams, koku stiprumu ir kiek laiko laikyti suspaudus. Daugumoje tyrimų buvo taikytas vidutinio stiprumo spaudimas 15, 5 ar 3 sek.

Naujagimiams ir jaunesniems vaikams KPL matavimas spaudžiant kaktos vidurį ar krūtinkaulį yra paprastesnis ir gali būti tikslesnis, nei spaudžiant kulną, delną ar pirštą [19, 21]. Pasaulio sveikatos organizacija rekomenduoja matavimams naudoti rankos ar kojos nykščio nagą. Klinikinėje praktikoje vaikų KPL matavimui dažniausiai spaudžiama rankos piršto distalinė dalis arba nago guolis, krūtinkaulis [22].

*Kūno temperatūros gradientas.* Odos temperatūra yra lengvai ir neinvaziškai nustatomas rodiklis. M.H.Weil ir kolegės [23] 1969 m. nustatė, kad kojos nykščio temperatūra turi ryšį su mirštamumu pacientams, kuriems yra šokas. Vėliau tyrėjai parodė, kad kūno temperatūros gradientai geriau atspindi odos kraujotakos pokyčius negu vienos srities temperatūra [24, 25]. Kūno temperatūros gradientas – tai temperatūros skirtumas tarp dviejų matuojamų vietų, pvz., kūno periferijos ir aplinkos, centrinės ir kojos nykščio, dilbio ir piršto galo. Šoko metu vazokonstrikcija lemia odos temperatūros mažėjimą. Tokiu būdu mažėja vidinės šilumos atdavimas į periferiją, didėja vidinė temperatūra bei didėja vidinės ir periferinės temperatūros gradientas. Periferinė temperatūra matuojama temperatūros davikliu, kuris tvirtinamas ant ventralinio kojos nykščio paviršiaus. Ši vieta yra patogi periferinės temperatūros matavimui dėl menkos vietinės šilumos gamybos ir pakankamo atstumo nuo kitų prietaisų, galinčių turėti įtakos rodmenims.

Pacientams, kuriems yra stabili hemodinamika, būdingas 3 – 7°C vidinės ir kojos nykščio temperatūros gradientas. Hipotermija ir šalta aplinka (<20°C) riboja vidinės ir kojos nykščio temperatūros gradiento naudojimą.

Odos ir kūno temperatūros kitimas chirurginių operacijų metu, ypač tų, kurių metu naudojama dirbtinė kraujo apytaka, dėl operacinės aplinkos poveikio apsunkina periferinės perfuzijos vertinimą naudojant temperatūros gradientą. Tokiu atveju labiausiai tinkamas yra dilbio ir rankos piršto galo temperatūros gradiento naudojimas, nes jo matavimas yra paremtas prielaida, kad dilbis yra veikiamas ta pačia aplinkos temperatūra kaip ir piršto galas [25, 26]. Besikeičianti aplinkos temperatūra panašiai veikia tiek dilbį, tiek ir piršto galą ir mažai veikia gradiento pokyčius. Piršto temperatūra matuojama temperatūros davikliu, kuris fiksuojamas ant ventralinio rankos piršto (dažniausiai rodmojo piršto) paviršiaus. Dilbio temperatūros daviklis fiksuojamas ant stipinkaulinio dilbio paviršiaus, viduryje tarp alkūnės ir riešo. Dilbio ir piršto gradientas didesnis kaip 0 rodo vazokonstrikciją,  $\geq 4$  – sunkią vazokonstrikciją [26]. Dilbio ir piršto temperatūros gradiento vertinimas kartu su klinikiniu tyrimu padeda patikimai nustatyti pablogėjusią periferinę perfuziją.

**Optiniai metodai.** Optines sistemas naudojantys prietaisai į audinius skleidžia skirtingų bangos ilgių šviesą, kad nustatytų audinių kraujotaką ar/ir įsotinimą deguonimi. Dažniausiai klinikinėje praktikoje naudojami monitoriai, kurie geba nustatyti periferinę perfuziją ar/ir įsotinimą deguonimi prie lignonio lovos, yra piršto fotopletizmografija ir artimosios srities infraraudonųjų spindulių spektroskopija.

*Artimosios srities infraraudonųjų spindulių spektroskopija.* Artimosios srities infraraudonųjų spindulių spektroskopija (angl. *Near-infrared spectroscopy* (NIRS)) yra metodas, kuriuo, naudojant artimosios srities infraraudonuosius spindulius, audinyje matuojami chromoforai (oksi- ir deoksihemoglobinas, mioglobinas ir citochromas aa3). Oksi- ir deoksihemoglobino frakcijos yra naudojamos audinio įsotinimui deguonimi (StO<sub>2</sub>) apskaičiuoti. Be to, pagal šviesos absorbciją apskaičiuojamas bendras audinio hemoglobino (HbT) ir absoliutus audinio hemoglobino indeksas (THI), kurie rodo kraujo tūrį mikrokraujagyslėse uždėto elektrodo srityje. NIRS signalas sunkiau patenka į kraujagysles, kurių skersmuo mažesnis negu 1 mm (arterioles, venules, kapiliarus). Kadangi 75 proc. kraujo skersaruožuose raumenyse yra veninio, NIRS StO<sub>2</sub> rodmuo rodo vietinį veninį hemoglobino įsotinimą deguonimi. Šis metodas rodo bendrą StO<sub>2</sub> audiniuose ir netinka būklėms, kurių metu yra heterogeninė kraujotaka [27]. NIRS nerodo mikrokraujagyslių kraujotakos. Sepsio metu StO<sub>2</sub> skiriasi nuo ScvO<sub>2</sub>. Kartu atliekamas vazoreaktyvumo testas labiau parodo

mikrokraujagyslių galėjimą padidinti funkcionalumą negu realią jų perfuziją [28]. NIRS rodmenims reikšmės turi odos storis, riebalinio audinio storis, edemos, todėl matuoti naudojamas elektrodas fiksuojamas delne ant nykščio pakylės, nes toje vietoje odos storiui ir riebaliniam audiniui, esančiam apie raumenį, mažiau įtakos daro skysčių perteklius ar svorio prieaugis [29]. N.I.Shapiro ir kolegos[30] nustatė, kad dinaminiai NIRS rodmenys turi ryšį su organų funkcijos blogėjimu ir mirštamumu pacientams, kuriems yra sepsinis šokas. G.Colin ir kolegos[31] tyrė StO<sub>2</sub> pokyčius skirtingose kūno vietose pacientams, kuriems yra sunkus sepsis, pirmas 6 gydymo valandas. Jie nustatė, kad StO<sub>2</sub> matavimas *m.masseter* srityje turi geresnę prognostinę reikšmę, geriau atspindi gydymo poveikį, palyginti su matavimais nykščio pakylės srityje. Temperatūros ir vazoktyvių medikamentų įtaka šiam metodui pilnai neištirti.

*Periferinės perfuzijos indeksas.* Periferinės perfuzijos indeksas (PPI) yra apskaičiuojamas iš pulso oksimetro fotoelektrinio pletizmografinio signalo. Pulso oksimetrijos metu matuojamas arterinio kraujo hemoglobino įsotinimas deguonimi ir pulso dažnis. Šis neinvazinis monitorius naudoja du šviesos bangos ilgius, raudonąjį ir infraraudonąjį, kurie skleidžiami pro distalinę piršto dalį. Tokiu būdu monitoriuje mes galime stebėti pulsuojančią pletizmografinę bangą. Iš pletizmografinės bangos galima apskaičiuoti daug rodiklių. PPI yra santykis tarp pulsuojančios ir nepulsuojančios kreivės dalių, išreikštas procentais. Vazodilatacija didina pulsuojančios kreivės dalies didį, o vazokonstrikcija – mažina [32, 33]. Todėl PPI pokyčiai rodo periferinio vazomotorinio tono pokyčius. A.Lima ir kolegų[34] tyrimas parodė, kad sveikų savanorių PPI mediana yra 1,4 proc. Pacientams, kurie yra kritinėje būklėje ir gydomi intensyviojos terapijos skyriuje, ribinis PPI rodmuo 1,4 proc. padeda nustatyti pablogėjusią periferinę perfuziją[9, 34]. PPI turi ryšį su organų funkcijos blogėjimu bei mirštamumu [35].

**Periferinės perfuzijos gydymo reikšmė.** Tyrimai rodo, kad sisteminės hemodinamikos pokyčiai neturi ryšio su periferinės perfuzijos pokyčiais tiek sveikiems, tiek ir pacientams, kurie yra kritinėje būklėje [35, 36]. Kita vertus, išliekanti pablogėjusi periferinė perfuzija yra susijusi su blogesne organų funkcija ir didesniu mirštamumu [9, 35]. Taigi, priemonės, kurios gerintų periferinę perfuziją, turėtų gerinti organų funkciją ir didinti tokių pacientų išgyvenamumą.

E.Futier ir kolegos[37] nustatė, kad bandomoji skysčių infuzija (angl. *fluid challenge*) gerina periferinę perfuziją pacientams, kuriems atliekama didelės apimties pilvo chirurgija. G.Hernandez ir kolegų[38] atliktas tyrimas parodė, kad ankstyvas periferinės perfuzijos gerėjimas yra susijęs su normaliu laktatų kiekiu po 24 val. gydymo pacientams,



kuriems yra sunkus sepsis ar sepsinis šokas. Iš tirtų periferinės perfuzijos rodiklių (KPL, vidinės ir kojos nykščio temperatūros gradiento, dilbio ir piršto galo temperatūros gradiento, subjektyvaus odos temperatūros vertinimo) KPL normalizavosi anksčiausiai. C.A.Den Uil ir kolegos[39] nustatė, kad nitroglicerino infuzija priklausomai nuo dozės gerina periferinę perfuziją pacientams, kuriems yra sunkus širdies nepakankamumas ar kardiogeninis šokas. Tai rodo ne tik kartotinio periferinės perfuzijos vertinimo svarbią reikšmę, bet ir būtinumą reguliarių periferinės perfuzijos vertinimą įtraukti į pacientų, kuriems yra šokas, gydymo stebėjimo strategiją.

Kad mikrokraujagyslių (arteriolių, kapiliarų, venulių) perfuzija pablogėjusi, galima įtarti iš pablogėjusios periferinės perfuzijos požymių, pvz., margos odos, pailgėjusio KPL, padidėjusio vidinės ir kojos nykščio arba dilbio ir piršto temperatūros gradientų. Šie pablogėjusios odos perfuzijos požymiai yra mažai specifiški ir jautrūs, todėl nustatyti vidaus organų mikrocirkuliacijos pablogėjimą yra sunku. Odos vazokonstrikcija yra fiziologinė reakcija į sumažėjusį minutinį širdies tūrį, siekiant nukreipti sisteminę kraujotaką į gyvybiškai svarbius organus. E.C.Boerma ir kolegų [40] atliktas klinikinis tyrimas nerado koreliacijos tarp vidinės ir kojų temperatūros gradiento ir kapiliarų perfuzijos, nustatytos tamsaus lauko kraštinio srauto (angl. *sidestream dark field* (SDF) videomikroskopijos metodu poliežuvių pacientams, kuriems yra sunkus sepsis arba sepsinis šokas. Todėl galima teigti, kad klinikiniai odos perfuzijos požymiai rodo kraujotakos sutrikimo sunkumą ir susiję su bloga baigtimi, bet neteikia informacijos apie organų mikrocirkuliaciją.

### Išvados

Periferinės kraujotakos pokyčiai gali anksti parodyti sisteminės kraujotakos pokyčius. Periferinės perfuzijos tyrimas yra neinvazinis ir lengvai atliekamas prie ligonio lovos. Periferinės perfuzijos rodikliai turi ryšį su blogesne organų funkcija ir didesniu mirštamumu, tačiau nerodo organų mikrocirkuliacijos.

### Literatūra

- De Backer D, Creteur J, Preiser JC, Dubois MJ, Vincent JL. Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):98-104.
- Pranskunas A, Pilvinis V, Dambrasukas Z, Rasimavičiute R, Planciuniene R, Dobožinskas P. et al. Early course of microcirculatory perfusion in eye and digestive tract during hypodynamic sepsis. *Crit Care*. 2012 May 15;16(3):R83.
- Poeze M, Solberg BC, Greve JW, Ramsay G. Monitoring global volume-related hemodynamic or regional variables after initial resuscitation: What is a better predictor of outcome in critically ill septic patients? *Crit Care Med*. 2005 Nov;33(11):2494-500.
- Bonanno FG. Clinical pathology of the shock syndromes. *J Emerg Trauma Shock*. 2011 Apr;4(2):233-43.
- Kaplan LJ, McPartland K, Santora TA, Trooskin SZ. Start with a subjective assessment of skin temperature to identify hypoperfusion in intensive care unit patients. *J Trauma*. 2001 Apr;50(4):620,7; discussion 627.
- Lima A, van Bommel J, Sikorska K, van Genderen M, Klijn E, Lesaffre E. et al. The relation of near-infrared spectroscopy with changes in peripheral circulation in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2011 Jul;39(7):1649-54.
- Pearson J, Low DA, Stohr E, Kalsi K, Ali L, Barker H. et al. Hemodynamic responses to heat stress in the resting and exercising human leg: Insight into the effect of temperature on skeletal muscle blood flow. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2011 Mar;300(3):R663-73.
- Carrillo AE, Cheung SS, Flouris AD. A novel model to predict cutaneous finger blood flow via finger and rectal temperatures. *Microcirculation*. 2011 Nov;18(8):670-6.
- Lima A, Jansen TC, van Bommel J, Ince C, Bakker J. The prognostic value of the subjective assessment of peripheral perfusion in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2009 Mar;37(3):934-8.
- Hasdai D, Holmes DR, Jr, Califf RM, Thompson TD, Hochman JS, Pfisterer M. et al. Cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: Predictors of death. GUSTO investigators. global utilization of streptokinase and tissue-plasminogen activator for occluded coronary arteries. *Am Heart J*. 1999 Jul;138(1 Pt 1):21-31.
- Vic-Dupont V, Coulaud JP, Carbon C. Le choc au cours des infections (signes et étiologies). les journe'es de re'animation de l'Ho'pital claud bernard. Libraries Arnette edn., Paris. 1968.
- Ait-Oufella H, Lemoine S, Boelle P,Y., Galbois A, Baudel J,L., Lemant J. et al. Mottling score predicts survival in septic shock. *Intensive Care Med*. 2011 May;37(5):801-7.
- Beecher HK, Simeone FA. The internal state of the severely wounded man on entry to the most forward hospital. *Surgery*. 1947 Oct;22(4):672-711.
- Champion HR, Sacco WJ, Carnazzo AJ, Copes W, Fouty WJ. Trauma score. *Crit Care Med*. 1981 Sep;9(9):672-6.
- Schriger DL, Baraff L. Defining normal capillary refill: Variation with age, sex, and temperature. *Ann Emerg Med*. 1988 Sep;17(9):932-5.
- Saavedra JM, Harris GD, Li S, Finberg L. Capillary refilling (skin turgor) in the assessment of dehydration. *Am J Dis Child*. 1991 Mar;145(3):296-8.
- Steiner MJ, DeWalt DA, Byerley JS. Is this child dehydrated? *JAMA*. 2004 Jun 9;291(22):2746-54.
- Van den Bruel A, Haj-Hassan T, Thompson M, Buntinx F, Mant D. European Research Network on Recognising Serious Infection investigators. Diagnostic value of clinical features at presentation to identify serious infection in children in

- developed countries: A systematic review. *Lancet*. 2010 Mar 6;375(9717):834-45.
19. Raimier PL, Han YY, Weber MS, Annich GM, Custer JR. A normal capillary refill time of  $\neq$  70%. *J Paediatr*. 2011 Jun;158(6):968-72.
  20. Brown LH, Prasad NH, Whitley TW. Adverse lighting condition effects on the assessment of capillary refill. *Am J Emerg Med*. 1994 Jan;12(1):46-7.
  21. Strozik KS, Pieper CH, Cools F. Capillary refilling time in newborns--optimal pressing time, sites of testing and normal values. *Acta Paediatr*. 1998 Mar;87(3):310-2.
  22. King D, Morton R, Bevan C. How to use capillary refill time. *Arch Dis Child Educ Pract Ed*. 2013 Nov 13.
  23. Joly HR, Weil MH. Temperature of the great toe as an indication of the severity of shock. *Circulation*. 1969 Jan;39(1):131-8.
  24. Akata T, Kanna T, Yoshino J, Higashi M, Fukui K, Takahashi S. Reliability of fingertip skin-surface temperature and its related thermal measures as indices of peripheral perfusion in the clinical setting of the operating theatre. *Anaesth Intensive Care*. 2004 Aug;32(4):519-29.
  25. Rubinstein EH, Sessler DI. Skin-surface temperature gradients correlate with fingertip blood flow in humans. *Anesthesiology*. 1990 Sep;73(3):541-5.
  26. House JR, Tipton MJ. Using skin temperature gradients or skin heat flux measurements to determine thresholds of vasoconstriction and vasodilatation. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Nov;88(1-2):141-5.
  27. Creteur J, Carollo T, Soldati G, Buchele G, De Backer D, Vincent JL. The prognostic value of muscle StO<sub>2</sub> in septic patients. *Intensive Care Med*. 2007 Sep;33(9):1549-56.
  28. Gomez H, Torres A, Polanco P, Kim HK, Zenker S, Puyana JC. et al. Use of non-invasive NIRS during a vascular occlusion test to assess dynamic tissue O<sub>2</sub> saturation response. *Intensive Care Med*. 2008 Sep;34(9):1600-7.
  29. Mulier KE, Skarda DE, Taylor JH, Myers DE, McGraw MK, Gallea BL. et al. Near-infrared spectroscopy in patients with severe sepsis: Correlation with invasive hemodynamic measurements. *Surg Infect (Larchmt)*. 2008 Oct;9(5):515-9.
  30. Shapiro NI, Arnold R, Sherwin R, O'Connor J, Najjarro G, Singh S. et al. The association of near-infrared spectroscopy-derived tissue oxygenation measurements with sepsis syndromes, organ dysfunction and mortality in emergency department patients with sepsis. *Crit Care*. 2011;15(5):R223.
  31. Colin G, Nardi O, Polito A, Aboab J, Maxime V, Clair B. et al. Masseter tissue oxygen saturation predicts normal central venous oxygen saturation during early goal-directed therapy and predicts mortality in patients with severe sepsis. *Crit Care Med*. 2012 Feb;40(2):435-40.
  32. Galvin EM, Niehof S, Verbrugge SJ, Maissan I, Jahn A, Klein J. et al. Peripheral flow index is a reliable and early indicator of regional block success. *Anesth Analg*. 2006 Jul;103(1):239,43, table of contents.
  33. Biaias M, Cotteceau V, Petit L, Masson F, Cochard JF, Sztark F. Impact of norepinephrine on the relationship between pleth variability index and pulse pressure variations in ICU adult patients. *Crit Care*. 2011 Jul 12;15(4):R168.
  34. Lima AP, Beelen P, Bakker J. Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion. *Crit Care Med*. 2002 Jun;30(6):1210-3.
  35. van Genderen ME, Lima A, Akkerhuis M, Bakker J, van Bommel J. Persistent peripheral and microcirculatory perfusion alterations after out-of-hospital cardiac arrest are associated with poor survival. *Crit Care Med*. 2012 Aug;40(8):2287-94.
  36. Lima A, van Genderen ME, Klijn E, Bakker J, van Bommel J. Peripheral vasoconstriction influences thenar oxygen saturation as measured by near-infrared spectroscopy. *Intensive Care Med*. 2012 Apr;38(4):606-11.
  37. Futier E, Christophe S, Robin E, Petit A, Pereira B, Desbordes J. et al. Use of near-infrared spectroscopy during a vascular occlusion test to assess the microcirculatory response during fluid challenge. *Crit Care*. 2011;15(5):R214.
  38. Hernandez G, Pedreros C, Veas E, Bruhn A, Romero C, Rovigno M. et al. Evolution of peripheral vs metabolic perfusion parameters during septic shock resuscitation. A clinical-physiologic study. *J Crit Care*. 2012 Jun;27(3):283-8.
  39. den Uil CA, Caliskan K, Lagrand WK, van der Ent M, Jewbali LS, van Kuijk JP. et al. Dose-dependent benefit of nitroglycerin on microcirculation of patients with severe heart failure. *Intensive Care Med*. 2009 Nov;35(11):1893-9.
  40. Boerma EC, Kuiper MA, Kingma WP, Egbers PH, Gerritsen RT, Ince C. Disparity between skin perfusion and sublingual microcirculatory alterations in severe sepsis and septic shock: A prospective observational study. *Intensive Care Med*. 2008 Jul;34(7):1294-8.

## ROLE OF EVALUATION OF PERIPHERAL PERFUSION IN CLINICAL PRACTICE

A. Pranskūnas, E. Šalčiūtė, Ž. Pranskūnienė, N. Balčiūnienė, E. Šneider

**Key words:** peripheral perfusion, noninvasive monitoring, subjective clinical assessment, capillary refill time, temperature gradient, peripheral perfusion index

### Summary

Monitoring of peripheral perfusion is based on the concept that the peripheral circulation during shock is the first to deteriorate and the last to be restored. In this way, observing the skin and muscles perfusion, we can early suspect derangement of systemic hemodynamic. In this review article we described the simple, commonly used in clinical practice, non-invasive methods for evaluation of peripheral perfusion and offered clinical studies which shows their relationship with outcomes and organ function abnormalities.

Correspondence to: a.pranskunas@gmail.com