Laboratorinė medicina.
2021, t. 23, Nr. 1(87), p. 26–32.

Biocheminių, fiziologinių ir psichologinių streso vertinimo metodų taikymas tiriant streso valdymo algoritmo efektyvumą sveikų asmenų grupėje

Indrė Strauzaitė[1]
Eglė Mazgelytė[1]
Dovilė Karčiauskaitė[1]
Gintaras Chomentauskas[2]

Santrauka

Įvadas. Psichologinio streso neigiami padariniai sveikatai yra neabejotini, tačiau vis dar susiduriama su standartizuotų streso vertinimo metodų stokos problema. Moksliniuose tyrimuose naudojami įvairūs biocheminiai, fiziologiniai ar psichologiniai streso vertinimo metodai, tačiau tik psichologiniam stresui specifinio rodiklio nėra, todėl įvairių metodų naudojimas galėtų padėti įvairiapusiškai įvertinti streso pasireiškimą.

Tikslas – apžvelgti įvarius streso vertinimo metodus (biocheminius, fiziologinius, psichologinius) bei įvertinti jų pritaikymą tiriant streso valdymo algoritmo efektyvumą.

Metodai. Tyrimo dalyviai – 20 sveikų savanorių (amžiaus mediana (IQR) – 38 (15) metai). Tyrimo dalyviai užpildė anketą apie savo fizinę būklę, STAI-T, STAI-S ir PSS klausimynus, taip pat visiems tyrimo dalyviams buvo nukirpta plaukų sruoga. Toliau tiriamieji išbandė streso valdymo algoritmą – 12 min. trukmės kvėpavimo biologiniu grįžtamuoju ryšiu pagrįstą streso valdymo sesiją, kurios metu buvo matuojami tiriamųjų fiziologiniai rodikliai (ŠSD, RMSSD, pNN50, GSR, KD).

Rezultatai. Asmenims, kurių kortizolio koncentracijos plaukuose buvo mažesnės (3,17 ng/g), fiziologinių rodiklių pokyčiai streso valdymo sesijos metu buvo panašūs, kaip ir didesnes plaukų kortizolio koncentracijas (> 3,17 ng/g) turintiems tiriamiesiems (p > 0,05). Subjektyvių streso vertinimo metodų (PSS, STAI-T, STAI-S) įverčiai nesiskyrė tarp skirtingų kortizolio koncentracijos plaukuose grupių (p > 0,05).

Išvados. Fiziologinių rodiklių pokyčiai streso valdymo sesijos metu nepriklausė nuo tiriamųjų kortizolio koncentracijos plaukuose. Subjektyvių streso vertinimo metodų įverčiai nebuvo didesni asmenims, kurių kortizolio koncentracija plaukuose buvo didesnė. Dėl streso vertinimo rodiklių tarpusavio sąsajos trūkumo būtina atsižvelgti į įvairius, su skirtingu streso pasireiškimu ir ne su stresu susijusius veiksnius, darančius įtaką rodiklių pokyčiams.

Reikšminiai žodžiai: kortizolio koncentracija plaukuose, streso valdymo programos.

[1] *Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Biomedicinos mokslų instituto Fiziologijos, biochemijos, mikrobiologijos ir laboratorinės medicinos katedra*

Department of Physiology, Biochemistry, Microbiology and Laboratory Medicine, Institute of Biomedical Sciences, Faculty of Medicine, Vilnius University

El. paštas: indre.strauzaite@mf.stud.vu.lt

[2] *UAB „Žmogaus studijų centras“, Vilnius*

ĮVADAS

Psichologinio streso neigiami padariniai sveikatai yra neabejotini, tačiau moksliniuose tyrimuose, kuriuose analizuojamas įvairių stresorių sukeliamas poveikis organizmui ar vertinamas streso valdymo programų efektyvumas, vis dar susiduriama su standartizuotų streso vertinimo metodų stokos problema. Naudojami įvairūs streso vertinimo metodai – biocheminiai žymenys, fiziologiniai rodikliai, tiriamųjų pildomi streso vertinimo klausimynai, tačiau tik psichologiniam stresui specifinio rodiklio nėra. Taip yra todėl, kad ne tik streso būsena lemia tokius pokyčius kaip širdies susitraukimų dažnio, arterinio kraujo spaudimo padidėjimas, tam tikrų hormonų išsiskyrimas, bet ir kitos organizmo būsenos – teigiamas susijaudinimas, fizinis krūvis, dėmesio sutelkimas [1]. Todėl atliekant išsamius su stresu susijusius mokslinius tyrimus būtina pasitelkti įvairius streso vertinimo metodus. Šio straipsnio tikslas – apžvelgti įvarius streso vertinimo metodus (biocheminius, fiziologinius, psichologinius) bei įvertinti jų pritaikymą tiriant streso valdymo algoritmo efektyvumą.

Streso fiziologija

Organizmui susidūrus su stresu, iš karto aktyvinama simpatinė nervų sistema (SNS), išskiriami antinksčių šerdies hormonai adrenalinas ir noradrenalinas, kurie yra atsakingi už greitą reagavimą į pavojų keliančias sąlygas ir fiziškai paruošia tam organizmą – padidėja širdies susitraukimų dažnis, pakyla kraujospūdis, padidėja gliukozės koncentracija kraujyje ir kt. Kai stresinė situacija trunka ilgai, aktyvinama pogumburio-hipofizės-antinksčių (PHA) ašis, išskiriamas kortizolis, kuris sukelia dar didesnius metabolizmo ir įvairių sistemų pokyčius organizme [2].

Streso vertinimo metodų apžvalga

Biocheminiai streso žymenys – antinksčių steroidiniai hormonai

Klinikinėje praktikoje bei moksliniuose tyrimuose stresui įvertinti dažniausiai taikomi kortizolio koncentracijos tyrimai seilėse, kraujo serume bei paros šlapime. Tokie tyrimai gali parodyti trumpalaikį kortizolio pokytį organizme, nes minėtose terpėse kortizolio koncentracija kinta priklausomai nuo bioritmų, ūmaus fizinio ar psichologinio streso buvimo. Ilgalaikei kortizolio koncentracijos stebėsenai kaip tyrimo matricą siūloma naudoti plaukus, kadangi plaukai pasižymi savybe kaupti įvairias lipofilines medžiagas, pavyzdžiui steroidinius hormonus [3–5]. Todėl kortizolio koncentracija plaukuose gali atspindėti ilgalaikį PHA ašies aktyvumą ir lėtinio streso lygį [3, 5].

PHA ašies aktyvumo pokyčiai rodo neigiamus emocinius išgyvenimus ir fizinių stresorių poveikį. Svarbu tai, kad PHA ašies aktyvumas esant įvairiems stresiniams įvykiams yra nevienodas, t. y. gali pasireikšti tiek PHA ašies hiperaktyvumu, tiek hipoaktyvumu [4, 6]. Tyrimai, nagrinėjantys sąsajas tarp kortizolio koncentracijos plaukuose ir tiriamųjų užpildytų streso vertinimo klausimynų, yra prieštaringi [4–6]. Kai kurių tyrimų rezultatai parodė reikšmingą ryšį tarp padidėjusios kortizolio koncentracijos plaukuose ir tam tikrų neigiamų patirčių, tokių kaip egzaminas, artimojo netektis, sunkiai sergančių asmenų slauga, darbo praradimas, vaikams – pirmas apsilankymas mokykloje [5]. J. Karlen ir bendraautorių [7] atliktame tyrime PSS klausimynu vertintas patiriamas lėtinis stresas su plaukų kortizolio koncentracija koreliavo silpnai neigiamai ($r = 0{,}061$, $p = 0{,}025$), tačiau asmenims, kurie per pastaruosius 3 mėn. patyrė svarbių išgyvenimų, kortizolio koncentracija buvo statistiškai patikimai didesnė, nei svarbių išgyvenimų nepatyrusiųjų grupėje ($p = 0{,}045$). Du iš keturių tiriamųjų, kuriems buvo nustatyta itin didelė kortizolio koncentracija plaukuose (išskirtys), per pastaruosius kelis mėnesius patyrė labai stiprius psichologinius išgyvenimus [7].

Fiziologiniai streso vertinimo rodikliai

Streso vertinimui vis dažniau pasirenkami tokie fiziologiniai rodikliai, kaip širdies ritmo variabilumas (ŠRV) ar galvaninė odos reakcija (GSR). ŠRV galima nesunkiai išmatuoti neinvaziniu elektrokardiografiniu metodu. Atsako į stresorių metu veikia autonominė nervų sistemą (ANS), kuri yra atsakinga už širdies raumens veiklą [8]. Parasimpatinė nervų sistema (PNS) reguliuoja širdies darbą per klajoklį nervą (lot. *nervus vagus*). Iš klajoklio nervo išsiskyrus acetilcholinui ir šiam prisijungus prie muskarininių receptorių, atveriami kalio kanalai, kalio jonai išeina iš ląstelės ir dėl jos hiperpoliarizacijos širdies ritmas sulėtėja [8, 9]. SNS įtaka širdies darbui pasireiškia per adrenalino ir noradrenalino išsiskyrimą ir jų prisijungimą prie -adrenerginių receptorių. Receptorių aktyvacija lemia ciklinio adenozino monofosfato (cAMF) nulemtą membranos baltymų fosforilinimą [8]. Šios signalo perdavimo kaskados galutinis rezultatas – kalcio jonų koncentracijos padidėjimas ląstelėje ir didesnis širdies susitraukimų dažnis [9]. Širdies susitraukimų dažnis (ŠSD) – širdies dūžių skaičius per 1 min., o ŠRV parodo, kaip svyruoja laiko intervalai tarp skirtingų širdies dūžių, t. y. laiko intervalai tarp elektrokardiogramos bangų maksimumo, kitaip dar vadinamo RR intervalu (RRi). Sveikų asmenų ŠRV nėra pastovus – ŠRV pokyčiai yra reikalingi tam, kad organizmas gebėtų prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkos sąlygų [10]. ŠRV įtakos turi fizinis krūvis, hormonų poveikis, medžiagų apykaitos procesai, stresas ir kiti kognityviniai procesai [8].

Širdies veikla yra susijusi su kvėpavimu. Intervalas tarp širdies susitraukimų keičiasi kvėpuojant, įkvepiant intervalai trumpėja, iškvepiant – ilgėja. Šis procesas yra vadinamas kvėpuojamąja sinusine aritmija (KSA) [8, 11]. Organizmas tokiu būdu prisitaikė paskirstyti kraują taip, kad didžiausias jo kiekis būtų plaučiuose tuo metu, kai juose didžiausias kiekis deguonies, todėl įkvepiant širdies darbas paspartėja. Kai kvėpavimas ir širdies susitraukimų dažnis nėra suderinti, t. y. kai įkvepiant širdies susitraukimų dažnis yra nedidelis, dujų mainai vyksta neefektyviai [12]. Tiek per mažas, tiek per didelis ŠRV yra patologinis reiškinys [10]. SNS sumažina ŠRV, o PNS, padidindama ŠRV, atkuria homeostazę [8]. Simpatinis aktyvumas yra lėtas – piką pasiekia po maždaug 4 s, o į pradinį lygį grįžta po maždaug 20 s [13]. Parasimpatinis aktyvumas širdies darbui pasireiškia greičiau nei simpatinis – piką pasiekia po maždaug 0,5 s, o į pradinį lygį grįžta maždaug po 1 s. Esant ramybės būsenai parasimpatinis aktyvumas yra didesnis nei simpatinis. Pokyčiai, atsirandantys intervaluose tarp širdies susitraukimų (RRi), tiesiškai atspindi parasimpatinio aktyvumo pokyčius, nes PNS įtaka ŠSD yra daug didesnė nei SNS [13]. Ši natūrali dviejų sistemų sąveika leidžia širdžiai greitai reaguoti į skirtingus dirgiklius ir pasikeitusias aplinkos sąlygas. Sumažėjęs ŠRV yra susijęs su ANS sutrikdymu ir padidėjusia koronarinės širdies ligos (KŠL) rizika [8].

ŠRV gali būti matuojamas įvairiais laiko periodais – nuo < 5 min. iki 24 val. Išskiriami laiko srities, dažnio srities bei netiesiniai ŠRV rodikliai [10]. Laiko srities rodikliai – tai statistiniais skaičiavimais pagrįsti ir iš RR intervalų serijos gauti ŠRV matavimai. Dažniausiai praktikoje naudoja-

mi laiko srities ŠRV rodikliai yra SDNN, RMSSD ir pNN50 [14]. SDNN yra laiko tarpų tarp RR intervalų standartinis nuokrypis, kuriam įtakos turi tiek simpatinis, tiek parasimpatinis aktyvumas, tačiau didelė šio rodiklio vertė analizuojant trumpalaikį periodą (5 min.) labiau atspindi PNS aktyvumą [13]. RMSSD – RR intervalų vidutinis kvadratinis nuokrypis, kuris parodo aukšto dažnio ŠRV pokyčius, atspindi PNS aktyvumą ir yra mažiau jautrus SNS aktyvumui. pNN50 – dalis RR intervalų, kurių trukmė skiriasi daugiau nei 50 ms nuo šalia esančio RR intervalo [14]. SDNN ir RMSSD stipriai koreliuoja su pNN50 [13]. Dažnio srities rodiklių naudojimas yra sudėtingesnis ŠRV vertinimo būdas. Šie rodikliai parodo, kokia signalo dalis yra tam tikrame dažnių diapazone [14]. ŠSD svyravimai, atsirandantys dėl ANS poveikio, yra maždaug 0,05–0,1 Hz intervale: svyravimai dėl SNS yra ne didesnio kaip 0,1 Hz dažnio, o svyravimai dėl PNS – 0,05 Hz ir didesnio dažnio [13]. Aukšto dažnio komponentė (AD) yra 0,15–0,4 Hz, ji parodo PNS poveikį širdies veiklai ir labiausiai atspindi KSA poveikį. Žemo dažnio komponentė (ŽD) yra 0,04–0,15 Hz ir atspindi tiek SNS, tiek PNS veiklą. Labai žemo dažnio komponentė (LŽD) yra 0,0033–0,04 Hz ir parodo SNS aktyvumą. Žemų ir aukštų dažnių komponenčių santykis (ŽD/AD) atspindi SNS ir PNS aktyvumų balansą – didesnis santykis rodo didesnį parasimpatinį aktyvumą, tačiau kai kuriais atvejais šis teiginys nėra tikslus, nes tam tikromis sąlygomis parasimpatinis aktyvumas taip pat prisideda prie galios ŽD komponentėje [14]. LŽD, ŽD ir AD komponentės paprastai išreiškiamos absoliučiomis galios reikšmėmis (ms^2). Taip pat gali būti nurodoma ir santykinė galia – komponentės santykis su ŽD ir AD komponenčių absoliučiomis galiomis. Taigi, galia parodo komponentės signalo absoliutų arba santykinį efekto dydį [13].

Hye-Geum ir bendraautorių [8] parengtoje metaanalizėje teigiama, jog ŠRV rodikliai reikšmingai pasikeičia atsako į stresą metu. Dažniausiai ŠRV pokyčiai atsiranda dėl sumažėjusio parasimpatinio aktyvumo, kuris pasireiškia sumažėjusia AD komponente ir padidėjusia ŽD komponente. Kadangi ŠRV yra susijęs su stresoriaus pobūdžiu, streso trukme, individualiais gebėjimais įveikti stresą ir gyvenimo būdo įpročiais, tyrimų, nagrinėjančių streso poveikį ŠRV, interpretacija yra sudėtinga. Literatūros šaltinių duomenimis, ŠRV labiau atspindi organizmo gebėjimą prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkos sąlygų, todėl parodo bendrą autonominę sveikatą, o ne specifines psichines ligas arba vien tik streso buvimą ar nebuvimą [8].

Kitas naudojamas streso vertinimo fiziologinis rodiklis – galvaninė odos reakcija (angl. *galvanic skin response*, GSR), kuri parodo prakaito liaukų veiklos pokyčius, atspindinčius individo emocinės būsenos intensyvumą, kitaip vadinamą emociniu susijaudinimu [15, 16]. GSR yra laikomas vienu jautriausių emocinio susijaudinimo vertinimo metodų [17]. Emocinio susijaudinimo metu padidėja SNS aktyvumas. Iš SNS išsiskyręs acetilcholinas reaguoja su prakaito liaukų muskariniais receptoriais, kurių aktyvacija sukelia viduląstelinio kalcio jonų atsipalaidavimą ir patekimą į ląstelę iš užląstelinės erdvės. Keičiantis ląstelės membranos potencialui, vyksta sudėtingi jonų mainai tarp viduląstelinės ir užląstelinės erdvės, sukuriamas osmosinis gradientas, lemiantis prakaito išsiskyrimą, dėl kurio padidėja odos laidumas [15, 16, 18]. Tiesinė priklausomybė tarp odos laidumo ir emocinio susijaudinimo yra labai stipri. GSR rodikliai gali būti vertinami matuojant skirtumą tarp bazinio odos laidumo lygio bei odos laidumo lygio esant tam tikram stimului. Taip pat stebimas latentinis periodas, esantis tarp stimulo pradžios bei odos laidumo padidėjimo (atsako į stimulą) pradžios. Latentinis periodas paprastai yra apie 3 s, tačiau intensyvesnis stimulas šį laiką sutrumpina. Taip pat gali būti vertinamas laikas nuo stimulo pradžios iki maksimalaus atsako. Nustatyta, jog intensyvus stimulas mažina šį laiką ir kinta nuo 1 s iki 5 s. Literatūroje aprašomas ir laikas, per kurį GSR nuo maksimalios vertės sumažėja iki 50 % bazinio odos laidumo lygio. Kadangi mažai tikėtina, jog po intensyvaus stimulo bus pasiekiamas bazinis laidumo lygis, buvo pasirinkta 50 % riba. Šis laikas varijuoja nuo 1 s iki 10 s [17]. GSR matavimai atliekami specialiais elektrodais, nustatant elektrinio aktyvumo arba jonų koncentracijos pasikeitimus, atsirandančius dėl prakaito liaukų aktyvumo pokyčių [15, 16].

Psichologiniai streso vertinimo metodai – specializuoti klausimynai

Vienas iš seniausių, tačiau vis dar plačiai naudojamų streso vertinimo metodų yra tiriamųjų individualiai pildomi psichologinės būklės klausimynai. Dažniausiai naudojami klausimynai – subjektyviai suvokto streso skalė (angl. *Perceived Stress Scale*, PSS) bei STAI (angl. *State-Trait Anxiety Inventory*) klausimynas, leidžiantis įvertinti žmogui būdingą nerimastingumą.

PSS klausimynas moksliniuose tyrimuose, kuriuose vertinamas streso valdymo programų efektyvumas, sunkių išgyvenimų poveikis, naudojamas dažniausiai. Pirmoji sukurta PSS klausimyno versija turi 14 klausimų, tačiau vėliau atsirado trumpesnės šio klausimyno versijos – 4 ir 10 klausimų anketos. PSS naudojama siekiant įvertinti respondentų per pastarąjį mėnesį patirtų stresą keliančių įvykių interpretaciją, t. y. kaip ir kokiu dažniu nepageidaujami įvykiai sukėlė neigiamas emocijas [19]. Klausimynas išverstas į daugelį kalbų, jo efektyvumas ištirtas ir validuotas daugelyje populiacijų – vyresnių asmenų (> 70 m.) [20], rūkančių bei širdies ir kraujagyslių ligomis sergančių [21], universiteto studentų bei sveikų asmenų populiacijose [19, 22, 23]. Atliktų tyrimų duomenimis, optimalu naudoti 10 klausimų PSS klausimyną, o 4 klausimų anketa yra mažiausiai informatyvi [19–21].

Kitas plačiai naudojamas klausimynas – STAI anketa respondentų patiriamam nerimui apibūdinti. Klausimynas padalytas į dvi dalis – pirmieji 20 klausimų leidžia įvertinti žmogui būdingą nerimastingumą kaip nuolatinę būseną (STAI-T), kiti 20 klausimų vertina situacinį nerimą (STAI-S). STAI-T klausimyno dalis vertina, ar žmogus yra linkęs nerimauti, analizuoja saugumo, ramybės, pasitikėjimo būsenas bei jų dažnumą. STAI-S klausimyno dalis vertina būseną „dabar“, t. y. kokias emocijas žmogus patiria šiuo metu, bei šių emocijų intensyvumą [24].

METODAI

Tiriamieji

Streso valdymo algoritmo, pagrįsto kvėpavimo biologiniu grįžtamuoju ryšiu ir veikiančio virtualios realybės (VR) aplinkoje, efektyvumas buvo tiriamas UAB „Žmogaus studijų centre“ (Trakų g. 8, Vilnius) 2020 m. birželio–liepos mėn. Atliktas tyrimas yra dalis Europos Sąjungos struktūrinių fondų lėšų bendrai finansuojamo projekto „Streso valdymo virtualios realybės terpėje ir streso monitoringo algoritmo sukūrimas“ (Nr. J05-LVPA-K-03-0059).

Tyrimo dalyviai – 26 sveiki savanoriai (amžiaus mediana (IQR) – 38 (15) metai). Bioetikos komitetas suteikė leidimą (Nr. 2019/5-1135-626) atlikti tyrimus. Atvykę į UAB „Žmogaus studijų centrą“ tyrimo dalyviai

pasirašė informuoto asmens sutikimo formą, užpildė anketą apie savo fizinį aktyvumą ir žalingus įpročius, STAI klausimyną, leidžiantį įvertinti žmogui būdingą nerimastingumą kaip nuolatinę būseną (STAI-T) ir situacinį nerimą (STAI-S), bei subjektyviai suvokto streso (PSS) klausimyną, taip pat visiems tyrimo dalyviams buvo nukirpta plaukų sruoga. Toliau tiriamieji išbandė streso valdymo VR terpėje algoritmą – 12 min. trukmės kvėpavimo biologiniu grįžtamuoju ryšiu pagrįstą streso valdymo sesiją. Iš tyrimo buvo pašalinti visi asmenys, kurių plaukų kortizolio koncentracijos nustatyti nepavyko dėl per mažo mėginio kiekio, taip pat tie, kurių širdies variabilumo duomenyse buvo artefaktų (buvo įtraukti tik tie tiriamieji, kurie pasižymėjo aukštu širdies dūžių intervalų nuoseklumu). Po imties atrankos tyrime liko 20 tiriamųjų.

Fiziologinių ir biocheminių streso žymenų tyrimai

Streso valdymo sesijos metu buvo matuojami fiziologiniai tiriamųjų rodikliai: ŠSD – vidutinis širdies susitraukimų dažnis (pulsas), RMSSD – laiko tarpų tarp gretimų širdies susitraukimų (RR intervalų) vidutinis kvadratinis nuokrypis, pNN50 – dalis RR intervalų, kurių trukmė skiriasi daugiau nei 50 ms nuo šalia esančio RR intervalo, GSR – vidutinė galvaninė odos reakcija arba skaitmenizuota varža, KD – kvėpavimo dažnis.

Plaukų ėminiai buvo paruošiami analizei ir steroidinių hormonų koncentracijos buvo nustatomos efektyviosios skysčių chromatografijos ir tandeminės masių spektrometrijos metodu pagal Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Fiziologijos, biochemijos, mikrobiologijos ir laboratorinės medicinos katedros (VU MF FBMLM) laboratorijoje įdiegtą metodiką [25].

Statistinė analizė

Statistinė analizė buvo atlikta naudojant *R* programinį paketą (4.0.3 versiją) bei *Microsoft Excel* programą. Psichologinių, fiziologinių bei biocheminių duomenų skirstinių normalumas įvertintas naudojant Šapiro–Vilko kriterijų. Duomenys, kurių skirstinys tenkino normalųjį dėsnį, lentelėse pateikiami kaip vidurkis ir standartinis nuokrypis, o duomenims, nepasiskirsčiusiems pagal normalųjį skirstinį, skaičiuojama mediana bei tarpkvartilinis plotis. Fiziologoninių rodiklių procentinių pokyčių skirtumams tarp dviejų kortizolio koncentracijos plaukuose grupių palyginti taikytas Vilkoksono kriterijus. Subjektyvių streso vertinimo rodiklių skirtumams tarp dviejų kortizolio koncentracijos plaukuose grupių palyginti taikytas Stjudento t kriterijus. Pasirinktas reikšmingumo lygmuo = 0,05.

1 lentelė. **Duomenys apie tyrimo dalyvių amžių, lytį, fizinį aktyvumą, patirtas psichologines ar fizines traumas, žalingus įpročius (n = 20)**
Table 1. **Data of study participants: age, sex, physical activity, psychological or physical traumas, harmful habits (n = 20)**

	Tiriamieji (n = 20)	
	Mediana	**IQR**
Amžius	38,15	15,00
Lytis	**Tyrimo dalyvių skaičius (%)**	
Vyrai	5 (25 %)	
Moterys	15 (75 %)	
Fizinis krūvis darbe		
1 grupė – fiziškai neaktyvus	16 (80 %)	
2 grupė – lengvas	3 (15 %)	
3 grupė – vidutinis	1 (5 %)	
4 grupė – sunkus	0	
Fizinis krūvis laisvalaikio metu		
1 grupė – fiziškai neaktyvus	4 (20 %)	
2 grupė – lengvas	12 (60 %)	
3 grupė – vidutinis	4 (20 %)	
4 grupė – sunkus	0	
Rūkymas		
Taip	1 (5 %)	
Kartais	3 (15 %)	
Ne	16 (80 %)	
Alkoholinių gėrimų vartojimas		
Taip, kasdien	0	
Taip, kartais	14 (70 %)	
Ne	6 (30 %)	
Per pastarąjį mėn. patirtos reikšmingos fizinės traumos		
Taip	1 (5 %)	
Ne	19 (95 %)	
Per pastarąjį mėn. patirti reikšmingi emociniai išgyvenimai		
Taip	2 (10 %)	
Ne	18 (90 %)	

IQR – tarpkvartilinis plotis

REZULTATAI

Duomenys apie tiriamųjų amžių, lytį, fizinį aktyvumą, patirtas psichologines ar fizines traumas bei žalingus įpročius pateikiami 1 lentelėje.

Buvo siekiama įvertinti, ar tiriamieji streso valdymo VR terpėje sesijos metu, pasitelkdami kvėpavimo biologinį grįžtamąjį ryšį, gebėjo skirtingai valdyti fiziologinius rodiklius, priklausomai nuo bazinio patiriamo streso lygio, įvertinto pagal kortizolio koncentraciją plaukuose. Tiriamieji buvo suskirstyti į dvi grupes pagal kortizolio koncentracijos plaukuose medianą – 3,17 ng/g (n = 10) ir > 3,17 ng/g (n = 10). Šiose tiriamųjų grupėse buvo palyginti fiziologinių rodiklių procentiniai pokyčiai, apskaičiuoti pagal formulę:

$$\% \quad \frac{t_2 \quad t_1}{t_1} \quad 100;$$

čia t_1 – fiziologinių rodiklių verčių vidurkis per paskutines dvi atsipalaidavimo sesijos minutes, t_2 – fiziologinių rodiklių verčių vidurkis per pirmas dvi atsipalaidavimo sesijos minutes.

Gauti rezultatai pateikiami 2 lentelėje. Statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nebuvo nustatyta. Taigi mažesnį lėtinį stresą (kortizolio koncentracijos plaukuose mediana 3,17 ng/g) patiriantys asmenys streso valdymo sesijos metu negebėjo efektyviau atsipalaiduoti nei didesnį lėtinį stresą (kortizolio koncentracijos plaukuose mediana > 3,17 ng/g) patiriantys asmenys.

2 lentelė. **Fiziologinių rodiklių procentinių pokyčių palyginimas tarp dviejų kortizolio koncentracijos plaukuose grupių**
Table 2. **Comparison of percentage changes in physiological parameters between two hair cortisol concentration groups**

Fiziologiniai rodikliai	Kortizolio koncentracija plaukuose 3,17 ng/g (n = 10)		Kortizolio koncentracija plaukuose > 3,17 ng/g (n = 10)		p reikšmė
	Procentinis pokytis (%)		Procentinis pokytis (%)		
	Mediana	IQR	Mediana	IQR	
ŠSD	–2,30	7,13	–3,24	6,84	0,796
RMSSD	0,54	32,53	–7,27	32,54	0,796
pNN50	–10,81	97,44	21,74	58,51	0,182
GSR	0,10	22,14	6,00	19,14	0,143
KD	0,00	3,95	0,00	0,00	0,308

IQR – tarpkvartilinis plotis

Siekiant įvertinti, ar subjektyvių streso vertinimo rodiklių (PSS, STAI-T ir STAI-S) įverčiai yra didesni asmenims, kurių kortizolio koncentracijos plaukuose yra didesnės, minėti parametrai buvo palyginti tarp dviejų kortizolio koncentracijos plaukuose grupių. Statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatyta. Rezultatai pateikiami 3 lentelėje.

DISKUSIJA

Tyrimų, kuriuose vertinamas streso valdymo programų efektyvumas, pasitelkiant kartu biocheminius, fiziologinius ir psichologinius streso vertinimo rodiklius, publikuota nedaug. Atsižvelgiant į kiekvieno iš streso vertinimo rodiklių ribotumo problemas, kompleksinis jų naudojimas galėtų būti efektyvesnis būdas stresui tirti. HyeGeum ir bendraautorių [8] metaanalizėje apibendrinama, jog ŠRV labiau atspindi organizmo gebėjimą prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkos sąlygų ir individualią organizmo reakciją į stresą, o ne vien stresoriaus buvimo ar nebuvimo faktą arba psichinių ligų pasireiškimą. Galima kelti hipotezę, jog mažesnį lėtinį stresą patiriantys asmenys pasižymi didesniu gebėjimu prisitaikyti prie aplinkos sąlygų, todėl taikydami biologiniu grįžtamuoju ryšiu pagrįstą streso valdymo metodiką geba efektyviau reguliuoti savo fiziologinius rodiklius. Šiame tyrime gauti rezultatai minėtos hipotezės nepatvirtino. Fiziologinių rodiklių pokyčiai atsipalaidavimo sesijos metu tarp skirtingų kortizolio koncentracijos plaukuose grupių buvo panašūs.

GSR naudojimas vertinant stresą taip pat yra ribotas dėl šio parametro savybės nustatyti susijaudinimą, kuris gali atsirasti ir dėl teigiamų emocijų, fizinio krūvio, dėmesio sutelkimo ir kt. įtampą keliančių ir prakaitavimą skatinančių situacijų. M. V. Villarejo ir bendraautoriai [15] savo tyrime, kuriame nagrinėjo prietaiso, paremto GSR matavimu, efektyvumą vertinant stresą, teigia, jog prietaisas negeba atskirti streso nuo susijaudinimo, atsirandančio atliekant įvairias užduotis, reikalaujančias sutelkti dėmesį.

Mūsų atlikto tyrimo duomenimis, subjektyvių streso vertinimo metodų (PSS, STAI-T ir STAI-S) įverčiai nesiskyrė tarp tiriamųjų grupių, sudarytų pagal kortizolio koncentraciją plaukuose. S. M. Straufenbiel ir kt. [26] atliko sisteminę literatūros apžvalgą ir įvertinę daugelį tyrimų, nagrinėjusių kortizolio koncentracijos plaukuose ryšį su PSS klausimyno rezultatais, nustatė, jog rezultatai prieštaringi. Vienuose tyrimuose nustatyta teigiama, kituose – neigiama koreliacija, o dalyje tyrimų statistiškai reikšmingo ryšio tarp šių rodiklių nerasta. Wynne ir bendraautorių tyrime [27], kuriame buvo vertintas priėmimo ir įsipareigojimo terapijos (angl. *Acceptance and Commitment Therapy*) poveikis uždegimine žarnyno liga sergančių tiriamųjų streso žymenims, buvo nustatyta teigiama koreliacija tarp kortizolio koncentracijos plaukuose ir tiriamųjų savarankiškai įvertinto patiriamo streso lygio (r_s = 0,205, p = 0,050) bei nerimo (r_s = 0,208, p = 0,046). Teigiamą koreliaciją tarp kortizolio koncentracijos plaukuose bei subjektyvių psichologinės būklės klausimynų rezultatų pastebėjo ir S. B. Goldberg ir kt. [28], kurie nustatė, kad padidėjusi tiriamųjų kortizolio koncentracija teigiamai koreliavo su Depresijos, streso ir nerimo skalės (angl. *Depression Anxiety Stress Scales*) rezultatais. L. Geng ir kt. tyrime [29] nustatyta silpna, tačiau statistiškai reikšminga koreliacija tarp kortizolio koncentracijos plaukuose bei PSS klausimyno rezultatų.

Prieštaringi įvairiuose tyrimuose gauti rezultatai, vertinantys sąsają tarp kortizolio koncentracijos plaukuose bei subjektyvių klausimynų, galbūt atsiranda dėl klausimynų ribotumo tiksliai įvertinti streso lygį, taip pat dėl kitų veiksnių, galinčių daryti įtaką kortizolio koncentracijai plaukuose (plaukų priežiūrai naudojamos priemonės, plaukų plovimo dažnis [26], rūkymas, amžius [30], įvairios lėtinės ligos, svoris [31]). Taip pat dažna problema yra laikotarpis, kuriuo vertinamas streso lygis – klausimynai ir kortizolio koncentracijos plaukuose tyrimas dažnai atspindi skirtingus asmens gyvenimo laikotarpius [3]. Pastebėta, jog kortizolio koncentracija plaukuose, priklausomai nuo patirto stresą sukėlusio įvykio pobūdžio, gali tiek didėti, tiek mažėti, todėl tam tikrą laiką organizmą veikiant skirtingais stresoriais gali būti gaunamas „nulinis efektas“, t. y. pasireiškia PHA ašies hiper- ir hipoaktyvacija [6]. Pavyzdžiui, sunkia depresija sergančių pacientų kortizolio koncentracija plaukuose būna padidėjusi, o pacientų, sergančių nerimo sutrikimais (ge-

3 lentelė. **Subjektyvių streso vertinimo metodų (PSS, STAI-T, STAI-S) įverčių palyginimas tarp skirtingų kortizolio koncentracijos plaukuose grupių**
Table 3. **Comparison of subjective stress assessment methods (PSS, STAI-T, STAI-S) between different hair cortisol concentration groups**

Subjektyvūs parametrai	Kortizolio koncentracija plaukuose 3,17 ng/g (n = 10)		Kortizolio koncentracija plaukuose > 3,17 ng/g (n = 10)		p reikšmė
	Vidurkis	St. n.	Vidurkis	St. n.	
Asmenybinis nerimastingumas (STAI-T)	37,70	7,30	40,70	5,77	0,738
Nerimas kaip būsena (STAI-S)	37,10	12,60	32,70	5,58	0,332
Subjektyviai suvoktas stresas (PSS)	16,10	4,23	16,80	6,97	0,790

St. n. – standartinis nuokrypis

neralizuotu nerimo sutrikimu, panikos sutrikimu) ar potrauminiu streso sindromu (PTSS), ji būna sumažėjusi [26]. PHA ašies aktyvumas, tikėtina, priklauso ir nuo stresoriaus veikimo trukmės: jam veikiant trumpai aktyvumas padidėja, o stresui užsitęsus ilgai – sumažėja. Ilgą laiką padidėjusi PHA ašies aktyvacija lemia padidėjusią kortikotropiną atpalaiduojančio hormono (angl. *corticotropin-reliesing hormone*, CRH) koncentraciją adenohipofizėje, kas lemia CRH receptorių bei jų jautrumo sumažėjimą, dėl kurio sumažėja adrenokortikotropinio hormono (AKTH) koncentracija ir kartu kortizolio koncentracija [6].

Organizuojant tyrimus, vertinančius streso valdymo programų efektyvumą, kompleksinis biocheminių žymenų, fiziologinių rodiklių bei psichologinių klausimynų naudojimas galėtų padėti įvairiapusiškai ištirti sudėtingus streso įtakos organizmui aspektus. Dėl streso vertinimo rodiklių tarpusavio sąsajos trūkumo būtina atsižvelgti į įvairius, su skirtinga streso išraiška ir ne su stresu susijusius veiksnius, darančius įtaką rodiklių pokyčiams.

IŠVADOS

Asmenims, kurių kortizolio koncentracijos plaukuose buvo mažesnės, streso valdymo sesijos metu pastebimi panašūs fiziologinių rodiklių pokyčiai kaip tiriamiesiems, kuriems nustatytos didesnės kortizolio koncentracijos plaukuose vertės. Subjektyvių streso vertinimo metodų įverčiai nebuvo didesni asmenims, kurių kortizolio koncentracija plaukuose buvo didesnė. ◆

Gauta: 2021 03 10
Priimta spaudai: 2021 03 30

Summary

APPLICATION OF BIOCHEMICAL, PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOLOGICAL STRESS ASSESSMENT METHODS IN EXAMINING THE EFFECTIVENESS OF STRESS MANAGEMENT ALGORITHM IN A GROUP OF HEALTHY INDIVIDUALS

Indrė Strauzaitė, Eglė Mazgelytė, Dovilė Karčiauskaitė, Gintaras Chomentauskas

Introduction. The negative health consequences of stress are undeniable but standardized stress assessment methods are still lacking. Researchers use variety of stress assessment techniques but there is still no specific indicator for psychological stress alone. Thus, the use of distinct stress evaluation methods could help to comprehensively assess complex manifestation of stress.

The aim of this study is to review various stress assessment methods (biochemical, physiological, psychological) and to evaluate their application in investigating the effectiveness of stress management algorithm.

Materials and methods. Study participants were 20 healthy volunteers (median age (IQR) 38 (15) years). Participants completed a questionnaire about their physical state, STAI-T, STAI-S, PSS and provided a hair sample. Subjects participated in respiratory biofeedback-assisted stress management session during which physiological parameters (HR, RMSSD, pNN50, GSR, BR) were measured.

Results. Similar changes in physiological parameters during stress management sessions were observed in subjects with lower hair cortisol levels (3.17 ng/g) as in individuals with higher levels (>3.17 ng/g) (p>0.05). Scores of PSS, STAI-T and STAI-S questionnaires did not differ between different hair cortisol concentration groups (p>0.05).

Conclusions. Physiological changes during stress management program were not dependent on the hair cortisol concentration of the study sample. Estimates of subjective stress assessment methods were not higher in individuals with elevated hair cortisol concentration. Due to the lack of correlation between the different stress indicators, it is necessary to take into account factors that influence various stress measures.

Keywords: hair cortisol, stress management programs.

LITERATŪRA

1. Crosswell AD, Lockwood KG. Best practices for stress measurement: how to measure psychological stress in health research. Health Psychol Open 2020; 7(2): 2055102920933072.
2. Mariotti A. The effects of chronic stress on health: new insights into the molecular mechanisms of brain-body communication. Future Sci OA 2015; 1(3): FSO23.
3. Mazgelytė E, Karčiauskaitė D, Linkevičiūtė A, Kučinskienė ZA. Kortizolio koncentracijos plaukuose tyrimas ir jo reikšmė klinikinėje praktikoje ir moksliniuose tyrimuose. Laboratorinė medicina 2018; 20(2): 160–7.
4. Meyer JS, Novak MA. Minireview: hair cortisol: a novel biomarker of hypothalamic-pituitary-adrenocortical activity. Endocrinol 2012; 153(9): 4120–7.
5. Wester VL, van Rossum EFC. Clinical applications of cortisol measurements in hair. Eur J Endocrinol 2015; 173(4): M1–10.
6. Khoury JE, Enlow MB, Plamondon A, Lyons-Ruth K. The association between adversity and hair cortisol levels in humans: a meta-analysis. Psychoneuroendocrinol 2019; 103: 104–17.
7. Karlén J, Ludvigsson J, Frostell A, Theodorsson E, Faresjö T. Cortisol in hair measured in young adults – a biomarker of major life stressors? BMC Clin Pathol 2011; 11(1): 12.
8. Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, Lee YH, Koo BH. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. Psychiatry Investig 2018; 15(3): 235–45.
9. Gordan R, Gwathmey JK, Xie LH. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. World J Cardiol 2015; 7(4): 204–14.
10. Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. Front Public Health 2017; 5: 258.
11. Yu B, Funk M, Hu J, Wang Q, Feijs L. Biofeedback for everyday stress management: a systematic review. Front ICT 2018; 5: 23.
12. Lehrer P, Kaur K, Sharma A, Shah K, Hudeby R, Bhavsar J, et al. Heart rate variability biofeedback improves emotional and physical health and performance: a systematic review and meta analysis. Appl Psychophysiol Biofeedback 2020; 45: 109–29.
13. Baranauskas M. Galvos smegenų elektrinio aktyvumo sąsajos su širdies ritmo reguliavimu ir kūno pojūčių įsisąmoninimu: Daktaro disertacija. Vilnius, 2018.
14. McCraty R, Atkinson M, Lipsenthal L, Arguelles L. New hope for correctional officers: an innovative program for reducing stress and health risks. Appl Psychophysiol Biofeedback 2009; 34(4): 251–72.
15. Villarejo MV, Zapirain BG, Zorrilla AM. A stress sensor based on galvanic skin response (GSR) controlled by ZigBee. Sensors 2012; 12(5): 6075–101.
16. Fernandes A, Helawar R, Lokesh R, Tari T, Shahapurkar AV. Determination of stress using blood pressure and galvanic skin response. 2014 International Conference on Communication and Network Technologies 2014; 165–8.
17. Kyriakou K, Resch B, Sagl G, Petutschnig A, Werner C, Niederseer D, et al. Detecting moments of stress from measurements of wearable physiological sensors. Sensors (Basel) 2019; 19(17): 3805.

18. Baker LB. Physiology of sweat gland function: the roles of sweating and sweat composition in human health. Temperature (Austin) 2019; 6(3): 211–59.
19. Andreou E, Alexopoulos EC, Lionis C, Varvogli L, Gnardellis C, Chrousos GP, et al. Perceived Stress Scale: reliability and validity study in Greece. Int Jour Environ Res Public Health 2011; 8(8): 3287–98.
20. Ezzati A, Jiang J, Katz MJ, Sliwinski MJ, Zimmerman ME, Lipton RB. Validation of the Perceived Stress Scale in a community sample of older adults. Int J Geriatr Psychiatry 2014; 29(6): 645–52.
21. Leung DY, Lam T, Chan SS. Three versions of Perceived Stress Scale: validation in a sample of Chinese cardiac patients who smoke. BMC Public Health 2010; 10(1): 513.
22. Roberti JW, Harrington LN, Storch EA. Further psychometric support for the 10-item version of the Perceived Stress Scale. J Coll Couns 2006; 9(2): 135–47.
23. Remor E. Psychometric properties of a European spanish version of the Perceived Stress Scale (PSS). Span J Psychol 2006; 9(1): 86–93.
24. Julian LJ. Measures of anxiety: State-Trait Anxiety Inventory (STAI), Beck Anxiety Inventory (BAI), and Hospital Anxiety and Depression Scale-Anxiety (HADS-A). Arthritis Care Res (Hoboken) 2011; 63(Suppl 11(0 11)): S467–72.
25. Aleknavičiūtė G. Skysčių chromatografija – tandeminė masių spektrometrija steroidinių hormonų nustatymui seilių ir plaukų mėginiuose: Magistro darbas. Vilnius, 2020.
26. Staufenbiel SM, Penninx BWJH, Spijker AT, Elzinga BM, van Rossum EFC. Hair cortisol, stress exposure, and mental health in humans: a systematic review. Psychoneuroendocrinol 2012; 38(8): 1220–35.
27. Wynne B, McHugh L, Gao W, Keegan D, Byrne K, Rowan C, et al. Acceptance and commitment therapy reduces psychological stress in patients with inflammatory bowel diseases. Gastroenterol 2019; 156(4): 935–45.e1.
28. Goldberg SB, Manley AR, Smith SS, Greeson JM, Russell E, Van Uum S, et al. Hair cortisol as a biomarker of stress in mindfulness training for smokers. J Altern Complement Med 2014; 20(8): 630–4.
29. Geng L, Xiang P, Yang J, Shen H, Sang Z. Association between hair cortisol concentration and perceived stress in female methamphetamine addicts. J Psychosom Res 2016; 91: 82–6.
30. Dettenborn L, Tietze A, Kirschbaum C, Stalder T. The assessment of cortisol in human hair: associations with sociodemographic variables and potential confounders. Stress Amst Neth 2012; 15(6): 578–88.
31. Wosu AC, Valdimarsdóttir U, Shields AE, Williams DR, Williams MA. Correlates of cortisol in human hair: implications for epidemiologic studies on health effects of chronic stress. Ann Epidemiol 2013; 23(12): 797–811.e2.