

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-322

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ СКАНИРУЮЩЕЙ ТЕРМОГРАФИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РЕАКЦИЙ СТРЕССА ПРИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ СТРЕССОВОМ РАССТРОЙСТВЕ**INVESTIGATION OF THE POTENTIAL OF SCANNING THERMOGRAPHY FOR DETECTING STRESS REACTIONS IN INDIVIDUALS WITH POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER**В. И. Закуражная¹, А. М. Цурина^{1,2}¹Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н. А. Алексеева, Москва²Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, МоскваV. I. Zakurazhnaya¹, A. M. Tsurina^{1,2}¹Alekseev Mental-Health Clinic № 1, Moscow²Pirogov Russian National Research Medical University, Faculty of Biomedicine, Moscow

✉ i@savva9806.ru

Аннотация

В ходе исследования изучалась возможность использования сканирующей термографии для определения стрессовых реакций у пациентов с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР). Пациенты с ПТСР и здоровые добровольцы просматривали стимулирующие видеоматериалы, в это время проводилась оценка термографических показателей на разных участках кожи лица. В результате были обнаружены статистически значимые различия в термографических показателях между группами.

Abstract

The study investigated the potential use of scanning thermography to detect stress responses in patients with post-traumatic stress disorder (PTSD). Patients with PTSD and healthy participants watched stimulating videos while thermographic measurements were taken from various areas of their facial skin. The results revealed statistically significant differences in the thermographic parameters between the two groups.

Введение

Термография — это неинвазивный метод для оценки тепловых реакций. Этот метод широко используется в психофизиологических исследованиях различных эмоциональных реакций [1]. Несмотря на то, что ранее уже были опубликованы данные о применении термографии в изучении различного рода стресса [2–5], на данный момент количество исследований о выявлении реакций стресса у пациентов с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР) ограничено.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 55 человек: 20 здоровых участников и 35 ветеранов боевых действий с ПТСР. В качестве стимула использовалось видео с нейтральными и стимуляционными сценами. Затем вручную были выделены четыре области: лобная и периоральная области, нос, рот и произведен статистический анализ.

Результаты

При сравнении средних значений было обнаружено, что у группы людей с ПТСР температуры всех областей лица были выше, чем у контрольной группы: лоб ($p = 0,003$); глаза ($p = 0,004$); нос ($p = 0,002$); рот ($p = 0,009$). Стандартное отклонение и минимальное значение температуры также показали статистически значимые различия по всем областям. Максимальное значение температуры было выше только в области носа у группы людей с ПТСР ($p = 0,043$). Все средние значения температуры имели статистически значимую и очень сильную положительную корреляцию (рис. 1).

Мы провели однофакторный логистический регрессионный анализ, чтобы оценить влияние средней температуры лица на наличие ПТСР у пациентов (рис. 2). Также мы определили пороговые значения и сделали ROC-анализ (см. таблицу).

Пороговое значение среднего значения температур во всех областях лица и результаты ROC-анализа

Параметр	Лоб	Глаза	Нос	Рот
Значение, °C	29,54	29,67	29,69	29,79
Чувствительность, %	74,3	72,7	65,71	68,57
Специфичность, %	90,0	90,0	90,0	90,0
AUC	0,743	0,736	0,747	0,714

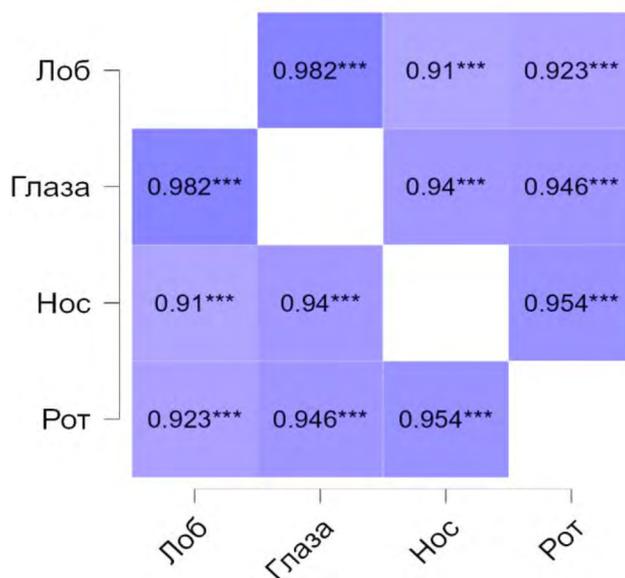


Рис. 1. Корреляционный анализ средних значений температур. *** — $p < 0,001$

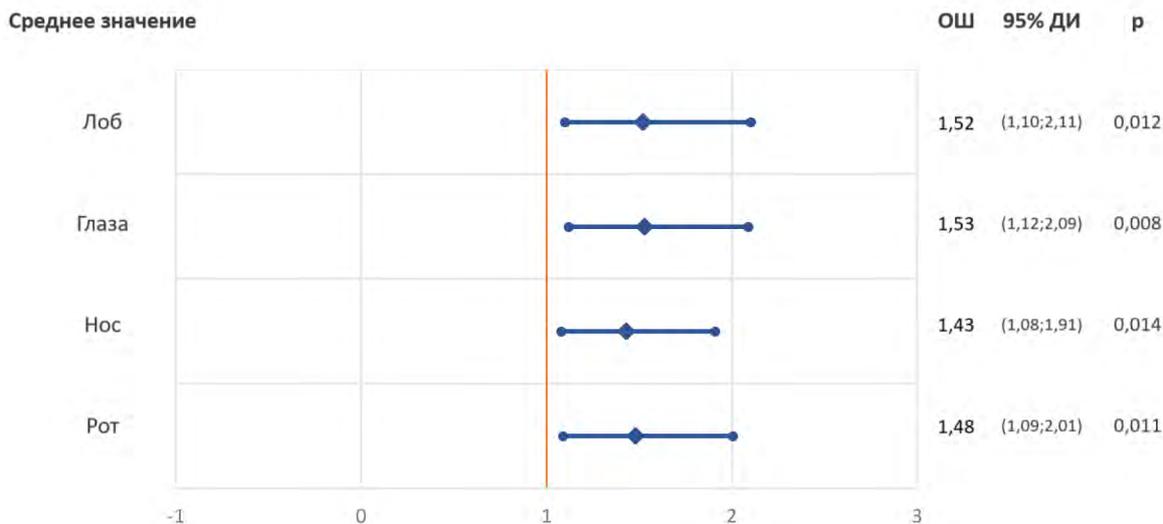


Рис. 2. Достоверность различия и степень разброса средних сигналов термографии в выборках здорового контроля и пациентов с ПТСР на разных участках лица

Температура в области лба выше 29,54 °C увеличивает вероятность наличия у пациента ПТСР на 52 % ($p = 0,0012$). Площадь под кривой, полученная в результате ROC-анализа, составила 0,743. Температура в области глаз выше 29,67 °C также повышает вероятность ПТСР у пациента на 53 % ($p = 0,008$). Площадь под кривой, полученная в ходе ROC-анализа, составила 0,736. Повышение температуры в других областях лица, таких как

нос и рот, также влияет на наличие ПТСР, но в меньшей степени. Вероятность ПТСР увеличивается на 43 % ($p = 0,014$), если температура в области носа выше, и на 48 % ($p = 0,011$), если температура в области рта выше.

Обсуждение

Когда человек испытывает стресс, температура лица снижается из-за симпатической вазоконстрикции кровеносных сосудов [6]. Психический стресс влияет на высвобождение кортиколиберина из гипоталамуса, что приводит к снижению синтеза оксида азота и повышению концентрации провоспалительных цитокинов. Ожидалось, что температура лица снизится [7]. Тем не менее в нашем исследовании у пациентов с ПТСР были более высокие значения температуры по всем областям лица. Ни одному из пациентов не потребовалась дополнительная психологическая помощь, поэтому можно предположить, что такой щадящий вариант стимула мог вызвать другое нейрофизиологическое течение реакции.

Увеличение температуры в периорбитальной области у пациентов с ПТСР в моменты стресса могло быть вызвано усилением активности моргания и ускорением движений глаз, что привело к дополнительному притоку крови к этой области [8]. Повышение температуры лба также могло быть связано с переживанием психоэмоционального стресса. При таком стрессе активируются лобные мышцы, что также приводит к увеличению кровотока [9]. Наиболее чувствительными областями для диагностики в нашем исследовании являются лоб и периорбитальная область. Это противоречит более ранним исследованиям, которые утверждали, что кончик носа и периоральная область являются наиболее показательными [10]. Мы обнаружили сильную положительную корреляцию средних значений температур. Это может иметь значение для разработки комплексных диагностических критериев.

Заключение

Наше исследование подтверждает пригодность сканирующей термографии в качестве метода выявления стрессовой реакции у пациентов с ПТСР. Однако в реальной практике необходимо проводить валидацию как инструмента регистрации реакций, так и используемых стимулов. Дальнейшие исследования и разработки должны быть направлены на устранение ограничений, чтобы обеспечить более точные и надежные результаты при использовании термографии.

Литература

1. Cho Y., Bianchi-Berthouze N. Physiological and Affective Computing through Thermal Imaging: A Survey // 2019.
2. Di Giacinto A. at al. Thermal signature of fear conditioning in mild post traumatic stress disorder // *Neuroscience*. 2014. Vol. 266. P. 216–223.
3. Kistler A., Mariauzouls C., Berlepsch K. von. Fingertip temperature as an indicator for sympathetic responses // *Int. J. Psychophysiol.* 1998. Vol. 29. № 1. P. 35–41.
4. Kuraoka K., Nakamura K. The use of nasal skin temperature measurements in studying emotion in macaque monkeys // *Physiol/ Behav.* 2011. Vol. 102. № 3–4. P. 347–355.
5. Nakayama K. at al. Decrease in nasal temperature of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) in negative emotional state // *Physiol/ Behav.* 2005. Vol. 84. № 5. P. 783–790.
6. Liu I. at al. Your blush gives you away: detecting hidden mental states with remote photoplethysmography and thermal imaging // *Peer. J. Comput. Sci.* 2024. Vol. 10. P. e1912.
7. Henein M. Y. at al. The Impact of Mental Stress on Cardiovascular Health. Part II // *J. Clin. Med.* 2022. Vol. 11. № 15. P. 4405.
8. Pavlidis I., Levine J., Baukol P. Thermal image analysis for anxiety detection // *Proceedings 2001 International Conference on Image Processing (Cat. № 01CH37205)*. Thessaloniki, Greece: IEEE, 2001. P. 315–318.
9. Mauriz E., Caloca-Amber S., Vázquez-Casares A. M. Effect of Facial Skin Temperature on the Perception of Anxiety: A Pilot Study // *Healthcare (Basel)*. 2020. Vol. 8. № 3. P. 206.
10. Engert V. at al. Exploring the Use of Thermal Infrared Imaging in Human Stress Research // *PLoS One*. 2014. Vol. 9. № 3. P. e90782.