

2. Marcus R. D. & Leung L. S. & Klinzing G. & Rizk, Fadi. Pneumatic Conveying of Solids: A Theoretical and Practical Approach. Drying Technology, 1993, no. 11, pp. 859–860.

3. Gomes M. L. & Mesquita Andre. On the prediction of pickup and saltation velocities in pneumatic conveying, Brazilian Journal of Chemical Engineering, 2014, no. 31, pp. 35–46.

4. Anantharaman, Aditya & Cahyadi, Andy & Hadinoto, Kunn & Chew, Jia Wei. Impact of particle diameter, density and sphericity on minimum pickup velocity of binary mixtures in gas-solid pneumatic conveying, Powder Technology, 2016, no. 297, pp. 311–319.

5. Назарова, О. С. Дослідження явища транспортного запізнення у пневмотранспортній системі сипких матеріалів / О. С. Назарова, В. І. Бондаренко, І. А. Мелешко // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика. – Кременчук : КрНУ, 2018. – Вип. 5/2018. – С. 27–29.

6. Nazarova, O. S. Experimental research and computer modeling of the obstruction occurrence in the pneumatic conveying systems peculiarities / O. S. Nazarova, I. A. Meleshko // Herald of Advanced Information Technology, 2020, Vol.3, No. 1, pp. 428–439. DOI: 10.15276/hait 01.2020.9

7. Волошин Е. В. Расчет и компоновка пневмотранспортных установок: методические указания / Е. В. Волошин ; Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 61 с.

МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЯВА ФЕНОМЕНА РЕЙНО У ДІТЕЙ

*Дунаєвський В. І.², Кислий В. П.², Богдан Т.В.³, Кузь О. П.¹,
Дрозденко О. В.¹, Назарчук С.С.¹, Котовський В. Й.¹*

*¹НТУ України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
kotovsk@kpi.ua*

²Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України

³Національний медичний університет України ім. О.О. Богомольця

Вступ. Захворювання та своєчасне діагностування патологічних станів в дитячому й підлітковому віці відносяться до актуальних питань сучасної медицини. Під час дослідження стану здоров'я молоді віком від 16 до 25 років у 12 % обстежуваних виявили ознаки прояву феному Рейно (ФР), що свідчить про те, що ця патологія не є проблемою тільки зрілого та похилого віку [1, 2].

Вегетососудинна дистонія – вазомоторне порушення функціонального характеру, що супроводжується дискоординованими реакціями в різних ділянках судинної системи. Розрізняють системні та регіонарні вегетативно-судинні дистонії.

До регіонарних вегетативно-судинних дистоній відносять місцеві спазми або розширення м'язових артерій, асиметрії артеріального тиску, температури шкіри й потовиділення.

Етіологія цього захворювання в даний час залишається не вивченою, ряд авторів вважають ФР ангіонейропатією [3]. Судини в більшості випадків макроскопічно й гістологічно не змінені, але відбуваються морфологічні зміни у вегетативних гангліях. Тому в роботах [4–6] автори звертають увагу на необхідність чіткого розрізнення двох форм ФР: синдрому Рейно (СР) й хвороби Рейно (ХР). За наявності СР завжди чітко встановлюється причина, яка обумовлює порушення кровоплину на рівні дистальних відділів кінцівок. Якщо після проведення повного обстеження пацієнта встановити причину не виявляється можливим, то говорять про ХР.

За даними ряду авторів [7–9] серед дитячого населення поширеність ФР не відрізняється від дорослої популяції.

ФР підрозділяється на первинний, що дебютує, переважно, в дитячому та підлітковому віці, та вторинний, який проявляється дещо в старшій віковій групі.

У більшості випадків за даними ряду авторів ФР характеризується скаргами пацієнтів на значне похолодання кінцівок, парестезії та боєм в них, виражений гіпергідроз долонь та стоп, іноді відсутнє нормальне відчуття на дотик предметів.

На сьогодні застосовується широкий спектр сучасних лабораторно-інструментальних діагностичних методів для обстеження пацієнтів з ознаками даної патології:

- капіляроскопія;
- лазерна доплерівська флоуметрія;
- ультразвукове кольорове доплерівське сканування;
- ангіографія та магнітно-резонансна ангіографія;
- плетизмографія.

Більшість запропонованих методів дослідження мікроциркуляції неспецифічні, обтяжливі для маленьких пацієнтів й нерідко не дають відповіді на питання причини захворювання. Неправильна діагностика причини захворювання зумовлює неадекватне лікування, тяжку інвалідизацію пацієнтів молодого віку [10].

Серед сучасних діагностичних методів інфрачервона термографія (ІЧТ) є найбільш доступним та досить інформативним діагностичним методом променевої діагностики, який дозволяє вивчати патогенетичні механізми розвитку периферичних судинних порушень.

Результати дослідження. В роботі застосовувався вітчизняний термограф з матричним фотоприймачем, який має температуру

чутливість $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$ розробки Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України. Спостереження та контроль теплових полів здійснювався в діапазоні 3-5 мкм. Обстеження пацієнтів проводилося за відпрацьованою методикою, викладеною в роботі [11].

В результаті комплексного термографічного обстеження дітей та підлітків з ускладненим перебігом ГРВІ, а саме під час виявлення запальних процесів навколоносових порожнин, у багатьох пацієнтів візуалізовано гіпотермію кінчика носа, що викликало необхідність провести дослідження кистей рук та нижніх кінцівок.

Під час термографічного обстеження патології ЛОР-органів (рис. 1) виявлено гіпертермію в зонах правої та лівої гайморової порожнини, (градієнти температури $+0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $+1,07\text{ }^{\circ}\text{C}$, відповідно); порушення функції дихання. Чітко візуалізується «холодний» кінчик носа, що може свідчити про наявність ФР.

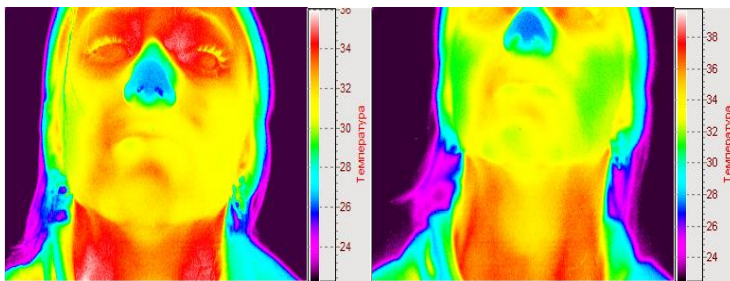


Рис. 1. Термографічна візуалізація патології ЛОР-органів та гіпотермія кінчика носа

В класичному розумінні прояв ФР характеризується тріадою симптомів, а саме: «холодний» кінчик носа, порушення кровообігу дистальних відділів флангів пальців та порушення мікроциркуляції в нижніх кінцівках (див. рис. 2, *a-z*).

Визначено градієнти температури (ΔT) в зонах: *a* – кінчик носа $-6,07\text{ }^{\circ}\text{C}$; *b* – дистальні фаланги пальців кистей рук $-3,04\text{ }^{\circ}\text{C}$; *v* – фаланги пальців нижніх кінцівок $-6,15\text{ }^{\circ}\text{C}$; *z* – п'яткова кістка $-5,69\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Термограми дітей з різним ступенем прояву ФР показані на рис. 3. На рис. 3, *a* показана термограма без прояву ФР, але з патологічними змінами в навколоносових порожнинах.

На термограмі (рис. 3, *b*) представлена термографічна візуалізація початкової стадії прояву ФР: ΔT кінчика носа має значення $-1,55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термограми на рис. 3, *v*, *z* демонструють вираженість прояву ФР, ΔT відповідно складає $-2,07\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-4,24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

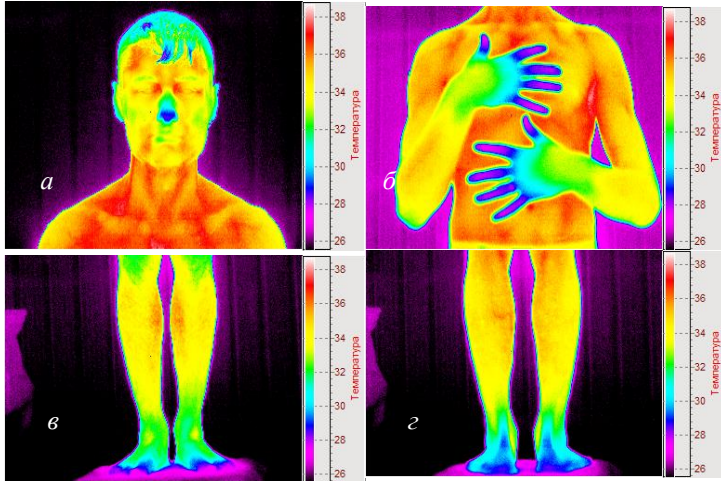


Рис. 2. Термограми з класичним проявом ФР

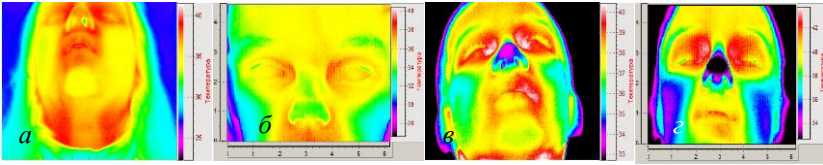


Рис. 3. Термограми дітей з різним ступенем прояву ФР

Отриманий термопрофіль термографічної візуалізації порушення кровообігу дистальних відділів флангів пальців нижньої кінцівки, що демонструє різке падіння температури: $\Delta T = -7,14\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 4).

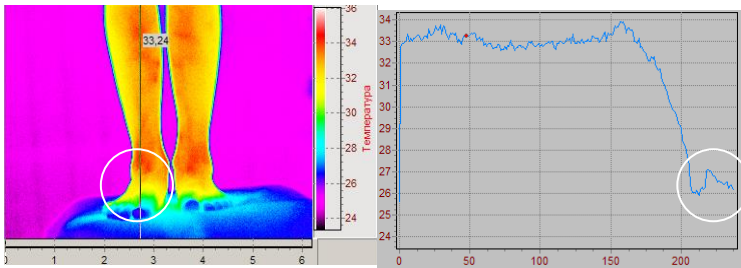


Рис. 4. Термопрофіль розподілу температури правої нижньої кінцівки (колом виділено зону з найнижчою температурою)

Під час обстеження виявлені діти у яких спостерігається гіпертермія дистальних відділів верхніх кінцівок (рис. 5). Визначені градієнти температури фаланг, які відповідно I–V пальцю становлять: +1,76 °C; +1,48 °C; +1,65 °C; +1,9 °C; +1,87 °C. Такі випадки потребують обстеження із залучення фахівців різного медичного профілю.



Рис. 5. Гіпертермія флангів пальців

Висновки. Виконана робота показала, що ІЧТ є ефективним діагностичним методом, який дозволяє своєчасно виявити початковий процес розвитку ФР. Виявлені діти та підлітки з проявом ФР потребують проведення детальної діагностики для з'ясування причин виникнення даної патології.

Література

1. Тепловизионная диагностика в оценке состояния здоровья молодежи в возрасте от 16 до 25 лет / Л. Г. Розенфельд, Ю. П. Дехтярев, С. А. Мироненко, Е. Ф. Венгер, В. И. Дунаевский и др. // *Электроника и связь. Темат. вып. «Электроника и нанотехнологии. Биомедицинские приборы и системы.* – 2011. – № 4. – С. 122–125.
2. Особливості синдрому Рейно у дітей / В. О. Синицька, А. П. Філюк, О. Б. Чубата, І. Е. Юрик та ін. // *Актуальні питання медіатрії, акушерства та гінекології.* – 2011. – № 2. – С. 114–116.
3. Синдром Рейно при окклюзионных заболеваниях сосудов верхних конечностей / Н. А. Шор // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* – 1982. – № 8. – С. 46–49.
4. Феномен Рейно – клинические аспекты заболевания / А. В. Кочичев, Т. А. Корешкина, К. В. Кокорин и др. // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* – 2001. – Т. 160. – № 2. – С. 118–122.
5. Диференційна діагностика феномену Рейно – сучасний стан, проблеми / І. В. Арбузов, Ю. С. Спірін // *Клінічна хірургія.* – 2004. – № 8. – С. 40–42.

6. Феномен Рейно в представлении дистанционной инфракрасной термографии / Е. И. Латенко, В. И. Котовский, С. С. Назарчук, В. И. Дунаевский и др. // Физические процессы и поля технических и биологических объектов : материалы XI Междунар. науч.-техн. конф., Кременчук, 2–4 ноября 2012. – С. 110–111.

7. Феномен Рейно у дітей: сучасний погляд на проблему / Т. В. Марушко // Health-ua.com. 27.03.15 №21/1 ноябрь // Кардиология. Ревматология. Кардиохирургия.

8. Синдром Рейно у дітей / Т. В. Марушко // Дитячий лікар. – 2018. – № 1 (58). – С. 27–34.

9. Термосимеотика феномена Рейно при желудочно-кишечной патологии у детей / С. Н. Колесов // Медицинский алфавит. Серия «Современная функциональная диагностика». – 2019. – Т. 1. – № 8 (383). – С. 51–57. DOI:10.33667/2078-5631-2019-1-8(383)-51-57

10. Синдром Рейно как мультидисциплинарная проблема / Р. Т. Алекперов // Альманах клинической медицины. – 2014. – № 35. – С. 94–100.

11. Дистанционная инфракрасная термография как современный неинвазивный метод диагностики заболеваний / Л. Г. Розенфельд, А. В. Самохин, Е. Ф. Венгер, Т. В. Лобода и др. // Український медичний часопис. – 2008. – № 6 (68). – С. 1–6.