

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОГРАФІЇ У ШКОЛЯРІВ ІЗ АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ***Д.Ю. Нечитайло, Ю.М. Нечитайло, Т.М. Міхєєва*

Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет»,  
м. Чернівці, Україна

**Ключові слова:** діти, серцево-судинна система, інфрачервона термографія, артеріальна гіпертензія.

Буковинський медичний вісник. Т.24, № 1 (93).  
С. 99-106.

**DOI:**  
10.24061/2413-0737.  
XXIV.1.93.2020.13

**E-mail:** tmikhieieva@gmail.com

**Резюме.** Артеріальна гіпертензія виникає в результаті порушень механізмів нейрогуморальної регуляції діяльності серцево-судинної системи. Найбільш схильні до розвитку артеріальної гіпертензії діти препубертатного і пубертатного віку, що визначається властивими цим періодам дитинства вегетативними дисфункціями і мікроциркуляторними розладами у них. Доведено, що мікроциркуляторні розлади лежать і в основі порушень роботи серцево-судинної системи, зокрема в регуляції артеріального тиску. Стан мікроциркуляції можна оцінити за допомогою інфрачервоної термографії.

**Мета роботи** — вивчити особливості та діагностичну цінність термографії дистальних відділів верхніх кінцівок у дітей шкільного віку з артеріальною гіпертензією.

**Матеріал і методи.** Обстежено 61 дитину шкільного віку. Дітей розподілено на три групи: до 1-ї, основної групи (21 особа), увійшли діти з артеріальною гіпертензією, до 2-ї, основної групи (20 осіб), — діти з передгіпертензією, контрольну групу (20 осіб) склали діти з нормальним рівнем артеріального тиску.

У дітей проводилися анамнестичне опитування та загальне клінічне обстеження. Вимірювання АТ виконувалося сертифікованими автоматичними тонометрами (OMRON 705IT, фірми OMRON, Японія) у ранковий час, на обох руках, тричі, з інтервалом у 2 хвилини. Середні значення тиску оцінювалися за перцентильними таблицями відносно віку, статі і зросту. Інфрачервону термографію у дітей проводили дистанційно за допомогою сертифікованого тепловізора Flir One Pro. Термографію дітям проводили на руках, на тильній поверхні, особливу увагу приділяли дистальній частині пальців (проекції нігтьових пластинок). Допустима похибка при вимірюванні температури була  $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$ .

**Результати.** За результатами тонометрії отримано такі дані: у 20 дітей (32,8%) рівень артеріального тиску був у межах коридору 90–95%, що оцінено як артеріальну передгіпертензію (2-га основна група); у 21 дитини (34,4%) — перевищував 95%, що розцінено як артеріальну гіпертензію (1-ша основна група); у 20 дітей (32,8%) — знаходився в межах 25–75 перцентильного коридору, що відповідає нормальному рівню (контрольна група). За даними термографії, середня найвища температура тильної поверхні дистальних фаланг у цих дітей становила  $29,7 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$  та коливалась від  $25,7^{\circ}\text{C}$  до  $32,1^{\circ}\text{C}$ . У дітей з контрольної групи середня найвища температура дорівнювала  $30,7 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  і коливалась від  $28,9^{\circ}\text{C}$  до  $32,1^{\circ}\text{C}$ . Найвища температура реєструвалась на фаланзі 3-го пальця у 17 (85,0%) дітей, на фаланзі 2-го пальця — у двох дітей (10,0%) та в однієї дитини (5,0%) — на фаланзі 4-го пальця, найнижча — на фаланзі 5-го пальця.

У дітей з артеріальною гіпертензією спостерігалось зниження максимальної температури термоемісії на тильній поверхні кисті, та зміщення зони найвищої термоемісії на вказівний палець порівняно з дітьми з контрольної групи, у яких ця зона знаходилася переважно на середньому пальці. Також у них виявлялася зміна термографічної картини кистей рук

## Оригінальні дослідження

із зниженням тепловипромінювання в 4-му та 5-му пальцях, на відміну від дітей із контрольної групи.

**Висновки.** 1. Діти з артеріальною гіпертензією мають особливості термографічної картини, які проявляються зниженням максимальної температури термодіагностики, що, очевидно, пов'язано зі збільшенням периферійного опору току крові та уповільненням капілярного кровотоку. Розширенням максимальної зони та домінуванням тепловипромінювання на вказівному пальці, на відміну від дітей із нормальним рівнем артеріального тиску, можна розцінювати як діагностичну ознаку артеріальної гіпертензії.

2. Діти з передгіпертензією за результатами термографії мають бути віднесені до групи ризику з розвитку артеріальної гіпертензії.

3. До факторів ризику, які погіршують тепловипромінювання, можна віднести розлади мікроциркуляції (зменшення лінійної щільності капілярів), а також зайву вагу та гіподинамію у школярів.

4. Інфрачервону термографію можна рекомендувати як один із методів ранньої діагностики артеріальної гіпертензії у дітей.

**Ключевые слова:** дети, сердечно-сосудистая система, инфракрасная термография, артериальная гипертензия.

Буковинский медицинский вестник. Т.24, № 1 (93). С. 99-106.

### ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОГРАФИИ В ШКОЛЬНИКОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Д.Ю. Нечитайло, Ю.Н. Нечитайло, Т.М. Михеева

**Резюме.** Артериальная гипертензия возникает в результате нарушения механизмов нейрогуморальной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы. Наиболее склонны к развитию артериальной гипертензии дети подросткового возраста, что определяется присущими этому периоду детства вегетативными дисфункциями и микроциркуляторными расстройствами у них.

Доказано, что микроциркуляторные расстройства лежат и в основе нарушения работы сердечно-сосудистой системы, в частности в регуляции артериального давления. Состояние микроциркуляции можно оценить с помощью инфракрасной термографии.

**Цель работы** — изучить особенности и диагностическую ценность термографии дистальных отделов верхних конечностей у детей школьного возраста с артериальной гипертензией.

**Материал и методы.** Обследовано 61 ребенка школьного возраста. Дети разделены на три группы: в 1-ю, основную группу (21 человек), вошли дети с артериальной гипертензией, во 2-ю, основную группу (20 человек), — дети с передгипертензией, контрольную группу (20 человек) составляли школьники с нормальным уровнем артериального давления.

У детей проводили анамнестический опрос и общее клиническое обследование. Измерение АД выполнялось сертифицированными автоматическими тонометрами (OMRON 705 ИТ, фирмы OMRON, Япония) в утренние часы, на обеих руках, трижды, с интервалом в 2 минуты. Средние значения давления оценивались по перцентильным таблицам относительно возраста, пола и роста.

Инфракрасную термографию у детей проводили дистанционно с помощью сертифицированного тепловизора Flir One Pro. Термографию детям проводили на руках, на тыльной поверхности, особое внимание уделяли дистальной части пальцев (проекции ногтевых пластинок). Допустимая погрешность при измерении температуры была  $\pm 0,15^\circ\text{C}$ .

**Результаты.** По результатам тонометрии получены следующие данные: у 20 детей (32,8%) уровень артериального давления был в пределах коридора 90–95%, что оценили как артериальную передгипертензию (2-я основная группа) у 21 ребенка (34,4%) — превышал 95%, что расценено

как артериальную гипертензию (1-я основная группа) у 20 детей (32,8%) — находился в пределах 25–75 перцентильного коридора, что соответствует нормальному уровню (контрольная группа).

По данным термографии средняя самая высокая температура тыльной поверхности дистальных фаланг у этих детей составила  $29,7 \pm 0,8^\circ\text{C}$ , и колебалась от  $25,7^\circ\text{C}$  до  $32,1^\circ\text{C}$ . У детей из контрольной группы средняя самая высокая температура была равна  $30,7 \pm 0,7^\circ\text{C}$  и колебалась от  $28,9^\circ\text{C}$  до  $32,1^\circ\text{C}$ . Самая высокая температура регистрировалась на фаланге 3-го пальца у 17 (85,0%) детей, на фаланге 2-го пальца — в двух детей (10,0%) и у одного ребенка (5,0%) — на фаланге 4-го пальца, самая низкая — на фаланге 5-го пальца.

У детей с артериальной гипертензией наблюдалось снижение максимальной температуры термоэмиссии на тыльной поверхности кисти, и смещение зоны высокой термоэмиссии на указательном пальце по сравнению с детьми из контрольной группы, у которых эта зона преимущественно находилась на среднем пальце. Также у них было изменение термографической картины кистей рук со снижением тепловыделения в 4-м и 5-м пальцах, в отличие от детей из контрольной группы.

**Выводы.** 1. Дети с артериальной гипертензией имеют особенности термографической картины, которые проявляются снижением максимальной температуры термоэмиссии, что, очевидно, связано с увеличением периферического сопротивления тока крови и замедлением капиллярного кровотока. Расширение максимальной зоны и доминирование термоизлучения на указательном пальце, в отличие от детей с нормальным уровнем артериального давления, можно расценивать как диагностический признак артериальной гипертензии.

2. Дети с передгипертензией по результатам термографии должны быть отнесены к группе риска по развитию артериальной гипертензии.

3. К факторам риска, которые ухудшают теплоизлучение, можно отнести расстройства микроциркуляции (уменьшение линейной плотности капилляров), а также лишний вес и гиподинамия у школьников.

4. Инфракрасную термографию можно рекомендовать как один из методов ранней диагностики артериальной гипертензии у детей.

**Keywords:** children, cardiovascular system, infrared thermography, arterial hypertension.

Bukovinian Medical Herald. V.24, № 1 (93). P. 99-106.

## FEATURES OF THERMOGRAPHY IN SCHOOLCHILDREN WITH ARTERIAL HYPERTENSION

D.Yu. Nechytailo., Yu.M. Nechytailo, T.M. Miheeva

**Objective.** Arterial hypertension occurs as a result of violations of the mechanisms of neurohumoral regulation of the cardiovascular system. Children of pubertal age are most prone to the development of arterial hypertension; it is determined by the vegetative dysfunctions and microcirculatory disorders inherent in these childhood periods.

It is proved that microcirculatory disorders are also the basis of disorders of the cardiovascular system, in particular in the regulation of blood pressure. The state of microcirculation can be assessed using infrared thermography.

**The purpose of the work:** to study the features and diagnostic value of thermography of the distal upper limbs in schoolchildren with arterial hypertension.

**Material and methods.** A total of 61 school-age children were examined. Children were divided into three groups: the first main group (21 people) included children with hypertension, the second main group (20 people) included children with hypertension, the control group (20 people) consisted of children with normal blood pressure.

Anamnestic survey and general clinical examination were performed in chil-

## Оригінальні дослідження

dren. Blood pressure measurement was performed by certified automatic blood pressure monitors (OMRON 705IT, OMRON, Japan) in the morning, in both arms, three times with an interval of 2 minutes. Average pressure values were estimated from percentile tables for age, gender, and height.

Infrared thermography in children was performed remotely using a certified Flir One Pro thermal imager with thermal matrix resolution 160x120 pixels. Children were thermographed on their hands, on the back surface, with special attention paid to the distal part of the fingers (projections of the nail plates). The permissible error when measuring the temperature was  $\pm 0.15^\circ\text{C}$ .

**Results.** The following data were obtained by tonometry: in 20 children (32.8%), the level of blood pressure was within the range of 90-95%, which is estimated as arterial hypertension (2nd main group) in 21 children (34.4%) - exceeded 95%, which is regarded as arterial hypertension (1st main group) in 20 children (32.8%) - was within 25-75 percentile corridor, corresponds to the normal level (control group).

According to thermography, the average highest temperature of the back surface of the distal phalanges in these children was  $29.7 \pm 0.8^\circ\text{C}$ , and ranged from  $25.7^\circ\text{C}$  to  $32.1^\circ\text{C}$ . In children from the control group, the average highest temperature was  $30, 7 \pm 0, 7^\circ\text{C}$  and ranged from  $28.9^\circ\text{C}$  to  $32.1^\circ\text{C}$ . The highest temperature was recorded on the phalanx of the 3rd finger in 17 (85.0%) children, on the phalanx of the 2nd finger - in 2 children (10.0%) and one child (5.0%) - on the phalanx of the 4th finger; the lowest - on the phalanx of the 5th finger.

In children with hypertension, a decrease in the maximum fusion temperature on the dorsal surface of the hand was observed, and a shift in the area of the highest fusion on the index finger compared to children in the control group, who had this area mostly on the middle finger. Children with hypertension also exhibited a change in the thermographic pattern of the hand with a decrease in heat radiation in the 4th and 5th fingers, unlike children in the control group.

**Conclusions.** 1. Children with arterial hypertension have features of a thermal picture, which are manifested by a decrease in the maximum temperature of thermionic emission, which, obviously, is associated with an increase in peripheral resistance of blood flow and a slowdown of blood flow in capillaries. The expansion of the maximum zone and the dominance of thermal radiation on the index finger, unlike children with normal levels of blood pressure, can be regarded as a diagnostic sign of arterial hypertension.

2. Children with hypertension according to the results of thermography should be assigned to the risk group for the development of arterial hypertension.

3. Risk factors that worsen heat radiation include microcirculation disorders (a decrease in the linear density of capillaries), as well as overweight and lack of exercise in schoolchildren.

4. Infrared thermography can be recommended as one of the methods for the early diagnosis of arterial hypertension in children.

**Вступ.** Артеріальна гіпертензія, як стійке підвищення системного артеріального тиску (АТ), за даними різних авторів, діагностується в 1-14% дітей. У дітей раннього і переддошкільного віку АГ розвивається вкрай рідко і в більшості випадків має вторинний симптоматичний характер, у той час як у школярів старших класів поширеність сягає 12-18% [2]. У патогенезі АГ беруть участь не тільки порушення механізмів центральної гемодинаміки та нейрогуморальної регуляції діяльності серцево-судинної системи, але і процеси, що

ведуть до зростання периферійного опору току крові [1, 9]. Найбільш схильні до розвитку АГ діти препубертатного і пубертатного віку, що багато в чому визначається властивими цим періодам дитинства вегетативними дисфункціями і можливими мікроциркуляторними розладами у них [1, 3].

У мікроциркуляторній ланці реалізується забезпечення транскапілярного обміну внаслідок впливу факторів зовнішнього і внутрішнього середовища на організм [3]. Очевидним є факт, що зміни в системі

мікроциркуляції (МЦ) крові тісно корелюють зі змінами в центральній гемодинаміці, що дозволяє використовувати їх як критерії оцінювання загального розвитку дитячого організму та стану здоров'я обстежуваних осіб [4]. Вивчення МЦ має велике значення у сучасній педіатрії, оскільки вона відображає дію різних фізіологічних та патологічних чинників, а її порушення можуть бути ранніми ознаками захворювань [5]. Доведено, що мікроциркуляторні розлади лежать і в основі порушень роботи серцево-судинної системи, і, зокрема, в регуляції артеріального тиску [6, 7, 8]. Стан МЦ та інтенсивність капілярного кровотоку можна оцінити в термінальних відділах кінцівок за допомогою біомікроскопії та інфрачервоної термографії (ІТ) [5]. Методика ІТ проводиться неінвазивно, не потребує введення в організм будь-яких речовин, не викликає ніякого шкідливого впливу на організм та немає протипоказів [10]. Тому ІТ може проводитись у дітей будь-якого віку, навіть у новонароджених [5]. Інфрачервона термографія забезпечує зображення теплового рельєфу поверхні тіла і температури в будь-якій ділянці [10]. За допомогою цієї методики можна зафіксувати порушення інфрачервоного випромінювання при зміні тону судин, при мікроциркуляторних розладах, порушеннях венозного кровотоку, локальних змінах теплопродукції та теплопровідності у пацієнтів [5, 10].

**Мета дослідження** – вивчити особливості та діагностичну цінність термографії дистальних відділів верхніх кінцівок у дітей шкільного віку з артеріальною гіпертензією.

**Матеріал і методи.** Обстежено 61 дитину шкільного віку (середній вік  $15,2 \pm 0,11$  року). Дітей розподілено на три групи: до першої увійшли діти з АТ вище 95 перцентилія віко-статевої та зростової норми (21 особа), до другої - з передгіпертензією (90-95 перцентиль АТ) (20 дітей), контрольну групу склали діти з нормальним рівнем АТ (20 осіб). Групи дітей не відрізнялися за віко-статевими показниками. У дітей проводилися анамнестичне опитування та загальне клінічне обстеження. Вимірювання АТ виконувалося сертифікованими автоматичними тонометрами (OMRON 705IT, фірми OMRON, Японія) у ранковий час, на обох руках, тричі, з інтервалом у 2 хвилини. Середні значення тиску оцінювалися за перцентильними таблицями відносно віку, статі і зросту. Біомікроскопія проводилася за допомогою цифрового мікроскопа при збільшенні  $\times 200$ . Термоемісію з дистальних відділів рук визначали за допомогою інфрачервоної термографії сертифікованим тепловим зором FlirOnePro (програмним забезпеченням MyFlir та Thermalimaging), з тепловим датчиком до довжини хвиль двох діапазонів (3-5 мкм та 8-13 мкм) з розмірами пікселя 12 мкм, роздільною здатністю теплової матриці 160x120 пікселів і реєстрацією оптичного зображення 1440x1080 у форматі \*.jpeg. Допустима похибка при вимірюванні температури була  $\pm 0,15^\circ\text{C}$ . Термографію дітям проводили на руках, на тильній поверхні, особливу увагу приділяли дистальній частині пальців (проекції нігтьових пластинок). Перед

проведенням термографії пацієнт адаптувався до температури в кімнаті ( $19-23^\circ\text{C}$ ) протягом 20-30 хвилин. Вимірювання тепловим зором проводилося з відстані 5 см від шкіри впродовж 15 с. Нормальною температурою вважали  $30,5-32,5^\circ\text{C}$ . Результати оброблялися статистично параметричними та непараметричними методами з використанням програм пакета Microsoft Office Excel та «Статистика 6,0», для твердження про вірогідність різниці враховувалася загальноприйнята в медикобіологічних дослідженнях величина рівня ймовірності (p) -  $p < 0,05$ .

#### Результати дослідження та їх обговорення

Після обстеження дітей та проведення тонометрії були обраховані середні показники АТ та пульсу - у першій групі вони були такими: систолічний артеріальний тиск (САТ) склав  $139,3 \pm 2,45$  мм рт.ст., діастолічний АТ (ДАТ) –  $79,5 \pm 2,23$  мм рт.ст., частота серцевих скорочень (ЧСС)  $95,8 \pm 2,26$  ударів/хв. У школярів другої групи середній САТ склав  $126,1 \pm 1,38$  мм рт.ст., ДАТ –  $73,7 \pm 4,39$  мм рт.ст., ЧСС  $90,3 \pm 2,26$  ударів/хв, що було значно вище показників контрольної групи (САТ –  $111,8 \pm 1,14$  мм рт.ст., ДАТ –  $66,3 \pm 1,18$  мм рт.ст., ЧСС  $86,6 \pm 1,98$  ударів/хв). Привертає увагу збільшена частота серцевих скорочень у дітей з підвищеним АТ, що скоріше всього пов'язано з підвищеною емоційною лабільністю дітей з АГ.

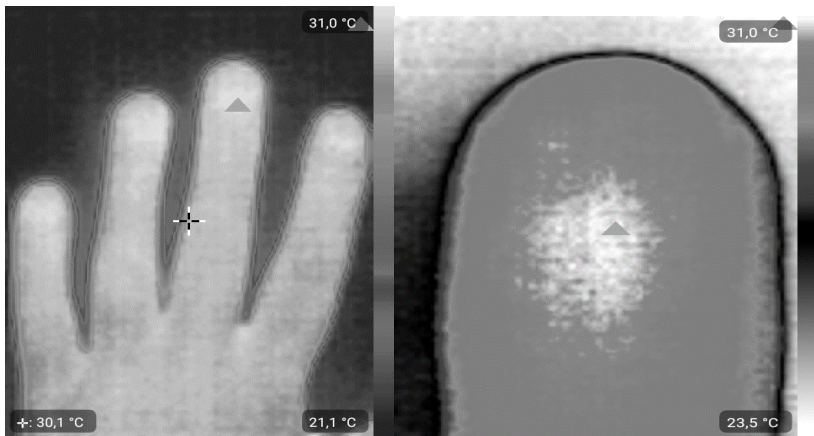
Інфрачервону термографію усім дітям проводили на дистальній частині пальців рук у проекції нігтьових пластинок. За даними термографії, середня найвища температура тильної поверхні дистальних фаланг у цих дітей становила  $29,7 \pm 0,8^\circ\text{C}$  та коливалась від  $25,7^\circ\text{C}$  до  $32,1^\circ\text{C}$ . У дітей із контрольної групи середня найвища температура дорівнювала  $30,7 \pm 0,7^\circ\text{C}$  і коливалась від  $28,9^\circ\text{C}$  до  $32,1^\circ\text{C}$ . Найвища температура реєструвалась на фаланзі 3-го пальця у 17 дітей (85,0%), на фаланзі 2-го пальця – у двох дітей (10,0%) та в однієї дитини на фаланзі 4-го пальця, найнижча - на фаланзі 5-го пальця.

Типова термограма дитини з контрольної групи представлена на рисунку 1.

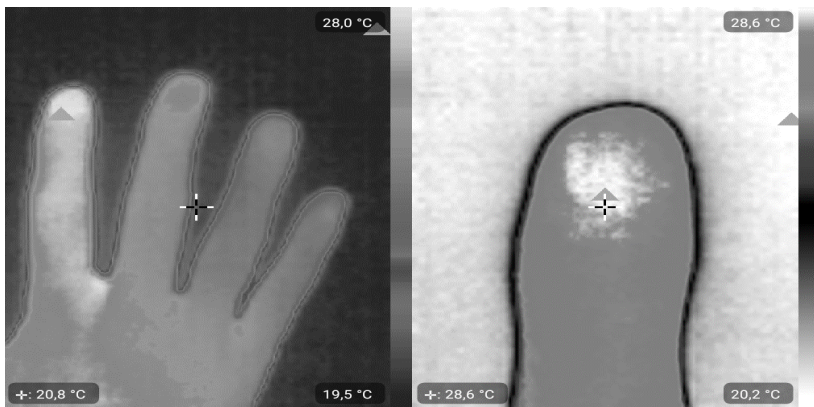
На наведеному зображенні чітко видно, що найбільш гаряча точка знаходиться в дистальній частині середнього пальця і її температура становить  $31,0^\circ\text{C}$ . Ця температурна точка розташована посередині пальця біля основи нігтя, навколо неї реєструється ділянка високої температури, яка на рисунку представлена білим кольором. Прицільна термографія середнього пальця у цієї дитини дає можливість чіткіше зрозуміти стан периферичної МЦ і свідчить про найбільш інтенсивний рівень кінцевого капілярного кровотоку серед пальців долоні, що і відображається відповідним ступенем тепловипромінювання.

Так само і на інших пальцях, зона найвищої температури знаходилась приблизно в тій самій ділянці, різниця була лише в тому, що на деяких пальцях ця ділянка була більшою, на деяких – меншою. На рисунку 1 розмір ділянки найбільшої термоемісії в довжину становив 0,6 см, а ширину - 0,3 см. У середньому у дітей контрольної групи розмір даної ділянки становив

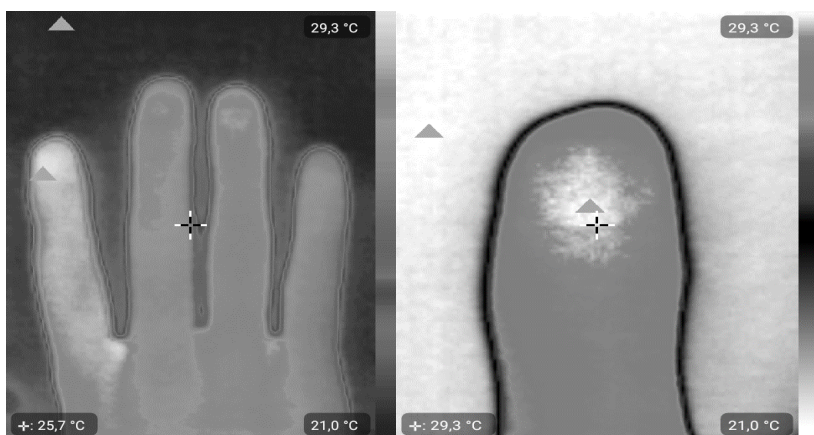
## Оригінальні дослідження



**Рис. 1.** Типова термографічна картина тильної поверхні кисті та нігтьового ложа середнього пальця лівої руки дитини з контрольної групи (пацієнт А., 15 років)



**Рис. 2.** Типова термографія тильної поверхні кисті та нігтьового ложа вказівного пальця у дитини з артеріальною гіпертензією (пацієнтка В., 16 років)



**Рис. 3.** Типова термографія тильної поверхні кисті та нігтьового ложа вказівного пальця правої руки у дитини з передгіпертензією (пацієнтка К., 15 років)

0,5±0,2 см x 0,3±0,1 см. Потрібно зауважити, що даний розмір залежав від розміру пальця дитини, тому правильніше було би оцінювати розміри даної ділянки у відсотковому співвідношенні до поперечного розміру дистальної фаланги. Виходячи з цього, середній розмір ділянки з найбільшим тепловипромінюванням на середньому пальці становив у поздовжньому напрямі 53,2±2,1% від ширини пальця і у поперечному – 29,4±1,5%. Найменша термоємійна ділянка у дітей з контрольної групи реєструвалась на мізинці. Вагомої різниці між тепловипромінюванням дистальних фаланг правої та лівої руки не виявлено.

Аналізуючи особливості термографічної картини у дітей з першої групи з АГ, ми виявили, що в них найвища температура тильної поверхні кисті становила 28,1±0,6°C і коливалась в межах від 25,7°C до 30,1°C. Ділянка найбільшої термоємії на вказівному пальці реєструвалась у 17 дітей (80,9%), на середньому – у 4 дітей (19,1%) (рис. 2). На зображенні добре видно, що тепловипромінювання мізинця та четвертого пальця значно знижені, порівняно з вказівним пальцем, а в середньому пальці воно займає проміжне становище між першим та четвертим пальцями. Подібна картина спостерігалась у переважної більшості дітей з першої групи і значно відрізнялась від термографічної картини у дітей з контрольної групи, де тепловипромінювання на всіх пальцях було приблизно в однакових межах.

Ділянка найбільшої термоємії, наведена на рисунку 2, мала розмір 0,5 см x 0,4 см і знаходилась так само ближче до середини пальця, в основі нігтьового ложа. Середній розмір ділянки з найбільшим тепловипромінюванням у дітей з гіпертензією у відсотковому відношенні до ширини пальця становив у поздовжньому напрямі 57,2±2,2% і в поперечному – 39,7±1,9%. У цілому, розмір цієї ділянки у дітей з АГ був більшим, ніж у дітей із контрольної групи, що

**Таблиця 1**

**Значення максимальних температур кисті у дітей з досліджуваних груп**

Група	M±m, °C	Min, °C	Max, °C
Контрольна	30,7±0,7*	28,9	32,1
Перша	28,1±0,6*	25,7	30,1
Друга	29,2±0,8	27,7	31,2

**Примітка:** \* — вірогідна різниця ( $p < 0,05$ )

можна пояснити компенсаторною інтенсифікацією МЦ у вказівному пальці на фоні її зниження в інших пальцях, особливо в 3-му та 4-му.

У дітей із другої групи середня температура тильної поверхні кисті становила  $29,2 \pm 0,8^\circ\text{C}$  і коливалась у межах від  $27,7^\circ\text{C}$  до  $31,2^\circ\text{C}$ . Ділянка найбільшого тепловипромінювання на вказівному пальці реєструвалась у 10 дітей (50,0 %), на середньому пальці – у 8 (40,0 %) дітей, та у двох дітей (10 %) – на 4-му пальці. Типова термографічна картина дитини з 2-ї основної групи наведена на рисунку 3.

Термографічна картина у дітей з передгіпертензією займала проміжну позицію між термографією дітей з контрольної групи та дітей з АГ. Термоемісія в мизинці в них була знижена, так само, як і в дітей з АГ, у той же час теплове випромінювання в 2-му та 3-му пальцях було кращим.

Ділянка найбільшої термоемісії на рисунку 3 мала довжину 0,5 см та ширину 0,3 см. Середній розмір ділянки з найбільшим тепловипромінюванням у дітей з 2-ї основної групи у відсотковому відношенні до ширини пальця становив: довжина  $54,2 \pm 2,1\%$ , ширина –  $29,4 \pm 1,8\%$ . Таким чином, розмір цієї ділянки у дітей з передгіпертензією був дещо більшим, ніж у дітей з контрольної групи, але меншим, ніж у дітей з АГ.

У таблиці 1 наведено порівняння найвищих температур на тильній поверхні кисті у дітей із досліджуваних груп. З даних таблиці 1 випливає, що у дітей з контрольної групи середнє значення максимальної температури тильної поверхні кисті було вірогідно вищим, ніж у дітей з першої групи. У дітей з передгіпертензією значення даної температури було нижчим, ніж у дітей з контрольної групи, та вищим, ніж у дітей з АГ, що, знову ж таки, вказує на проміжне положення дітей цієї групи.

Для кращого розуміння особливостей термоемісії в обстежених дітей ми провели корелятивний аналіз. Нами виявлена зворотна кореляція між максимальною температурою тепловипромінювання на тильній поверхні кисті та рівнем САТ ( $R = -0,68$ ,  $p < 0,05$ ), з ІМТ ( $R = -0,56$ ;  $p < 0,05$ ) та лінійною щільністю капілярів ( $R = 0,74$ ;  $p < 0,05$ ), причому остання кореляція мала найбільшу силу, що свідчить про прямий вплив МЦ на термоемісію. Ще один корелятивний зв'язок був між максимальною температурою та регулярністю заняття спортом ( $R = 0,49$ ;  $p < 0,05$ ), що може бути зумовлене

кращою МЦ у таких дітей.

Таким чином, у дітей з АГ спостерігається зниження максимальної температури термоемісії на тильній поверхні кисті, та зміщення зони найвищого випромінювання на вказівний палець порівняно з дітьми з контрольної групи, у яких ця зона знаходиться переважно на середньому пальці. Окрім того, у дітей з АГ спостерігається зміна термографічної картини кистей рук із зниженням тепловипромінювання в 4-му та 5-му пальцях, що відсутнє у дітей з контрольної групи.

**Висновки.** 1. Діти з артеріальною гіпертензією мають особливості термографічної картини, які проявляються зниженням максимальної температури термоемісії, що, очевидно, пов'язано зі збільшенням периферійного опору току крові та уповільненням капілярного кровотоку. Розширенням максимальної зони та домінуванням термовипромінювання на вказівному пальці, на відміну від дітей із нормальним рівнем артеріального тиску, можна розцінювати як діагностичну ознаку артеріальної гіпертензії.

2. Діти з передгіпертензією, за результатами термографії, мають бути віднесені до групи ризику з розвитку артеріальної гіпертензії.

3. До факторів ризику, які погіршують тепловипромінювання, можна віднести розлади мікроциркуляції (зменшення лінійної щільності капілярів), а також зайву вагу та гіподинамію у школярів.

4. Інфрачервону термографію можна рекомендувати як один з методів ранньої діагностики артеріальної гіпертензії у дітей.

#### Перспективи подальших досліджень

Перспективним є подальше детальніше вивчення особливостей термографії у дітей з підвищеним рівнем артеріального тиску.

#### Список літератури

1. Гишак ТВ, Марушко ЮВ. Фази адаптації у дітей з первинною артеріальною гіпертензією. Современная педиатрия. 2016;7(79):88-93.
2. Державна служба статистики. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Жмеренецкий КВ, Каплиева ОВ, Сиротина ЗВ. Место микроциркуляции в развитии сосудистых нарушений у детей и подростков. Дальневосточный медицинский журнал. 2012;2:59-62.
4. Марушко ЮВ, Гишак ТВ. Аналіз і перспективи клінічних рекомендацій ААР (2017) скринінгу і контролю високого артеріального тиску у дітей та підлітків. 2018;4(92):27-39.

## Оригінальні дослідження

5. Термографія в медицині – загальні принципи. Остафійчук ДІ, Шайко-Шайковський ОГ, Рожнов ОО, та ін. Проблеми безперервної медичної освіти та науки. 2019;1(33):68-74.
6. Anyaegbu E, Dharnidharka V. Hypertension in the teenager. *Pediatr Clin North Am.* 2014;61(1):131–51.
7. Wen-Yi Yang, Jesus D. Melgarejo, Lutgarde Thijs, et al. Association of office and ambulatory blood pressure with mortality and cardiovascular outcomes. <http://www.mif-ua.com/archive/article/47852> JAMA. 2019;322(5):409-20.
8. Mie Jin Lim, Seong Reul Kwon, Kyong-Yee Jung, et. al. Digital thermography of the fingers and toes in raynaud's phenomenon. *Journal of Korean medical science.* 2014. Apr, 29(4):502-6.
9. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et. al. American Heart Association Statistics Committee; Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2016;133:38-360.
10. Zhuravlev AS, Shustakova GV, Karchinsky AA. The possibilities of using remote infrared thermography to diagnose and determine the effectiveness of the treatment of certain ENT organs diseases. *Folia Otorhinolaryngol. Pathol. Respirator.* 2015;1:24–26.

## References

1. Hyshchak TV, Marushko YuV. Fazy adaptatsii u ditei z pervynnoiu arterialnoiu hipertenziiu [Adaptation phases in children with primary hypertension]. *Sovremennaja pedyatryja.* 2016;7(79): 88-93. (in Ukrainian).
2. Derzhavna sluzhba statistiki [Electronic resource] Access mode: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Zhmerenetskyi KV, Kaplyeva OV, Syrotyna ZV. Mesto mykrotrasykulyatsyy v razvytyy sosudytykh narushenyi u detei y podrostkov [The place of microcirculation in the development of vascular disorders in children and adolescents]. *Dalnevostochnyi medytsynskyi zhurnal.* 2012;2:59-62. (in Russian).
4. Marushko YuV, Hyshchak TV. Analiz i perspektyvy klinichnykh rekomendatsii AAR (2017) skryninhu i kontroliu vysokoho arterialnogo tysku u ditei ta pidlitkiv [Analysis and prospects for clinical recommendations AAR (2017) for screening and control of high arterial blood pressure in children and adolescents]. *Sovremennaja pedyatryja.* 2018;4(92):27-39. (in Ukrainian).
5. Ostafijchuk DI, Shajko-Shajkovskij OG, Rozhnov OO, et. al. Termografiya v mediczini – zagalni princzipi. [Thermography in medicine - general principles]. *Problemi bezperervnoyi medichnoyi osviti ta nauki.* 2019;№1(33):68-74. (in Ukrainian).
6. Anyaegbu E, Dharnidharka V. Hypertension in the teenager. *Pediatr Clin North Am.* 2014;61(1):131–51.
7. Wen-Yi Yang, Jesus D. Melgarejo, Lutgarde Thijs, Zhen-Yu Zhang, José Boggia, Fang-ei Wei, et al. Association of Office and Ambulatory Blood Pressure With Mortality and Cardiovascular Outcomes. <http://www.mif-ua.com/archive/article/47852> JAMA. 2019;322(5):409-20.
8. Mie Jin Lim, Seong Reul Kwon, Kyong-Yee Jung, et. al. Digital thermography of the fingers and toes in raynaud's phenomenon. *Journal of Korean medical science.* 2014. Apr, 29(4):502-506.
9. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et. al. American Heart Association Statistics Committee; Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2016;133:38-360.
10. Zhuravlev AS, Shustakova GV, Karchinsky AA. The possibilities of using remote infrared thermography to diagnose and determine the effectiveness of the treatment of certain ENT organs diseases. *Folia Otorhinolaryngol. Pathol. Respirator.* 2015;1:24–26.

## Відомості про авторів

Нечитайло Юрій Миколайович — д.мед.н., професор, зав. кафедри педіатрії, неонатології та перинатальної медицини ВДНЗ України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці, Україна.

Нечитайло Дмитро Юрійович — к.мед.н., доцент кафедри педіатрії, неонатології та перинатальної медицини ВДНЗ України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці, Україна.

Міхеєва Тетяна Миколаївна — к.мед.н., асистент кафедри педіатрії, неонатології та перинатальної медицини ВДНЗ України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці, Україна.

## Сведения об авторах

Нечитайло Юрий Николаевич — д.мед.н., профессор кафедры педиатрии, неонатологии и перинатальной медицины ВГУЗ Украины "Буковинский государственный медицинский университет", г. Черновцы, Украина.

Нечитайло Дмитрий Юрьевич — к.мед.н., доцент кафедры педиатрии, неонатологии и перинатальной медицины ВГУЗ Украины "Буковинский государственный медицинский университет", г. Черновцы, Украина.

Михеева Татьяна Николаевна — к.мед.н., ассистент кафедры педиатрии, неонатологии и перинатальной медицины ВГУЗ Украины "Буковинский государственный медицинский университет", г. Черновцы, Украина.

## Information about the authors

Nechytailo Yu. M. — PhD, professor of the Department of Pediatrics, Neonatology and Perinatal Medicine HSEE of Ukraine "Bukovinian State Medical University", Chernivtsi, Ukraine.

Nechytailo D. Yu. — PhD, associate professor of the Department of Pediatrics, Neonatology and Perinatal Medicine HSEE of Ukraine "Bukovinian State Medical University", Chernivtsi, Ukraine.

Miheeva T. N. — assistant of the Department of Pediatrics, Neonatology and Perinatal Medicine HSEE of Ukraine "Bukovinian State Medical University", Chernivtsi, Ukraine.

*Надійшла до редакції 18.02.2020*

*Рецензент — проф. Сорокман Т.В.*

*© Д.Ю. Нечитайло, Ю.М. Нечитайло, Т.М. Міхеєва, 2020*