

ДИСТАНЦІЙНА ІНФРАЧЕРВОНА ТЕРМОГРАФІЯ У СИСТЕМІ ОБСТЕЖЕННЯ ДРІБНИХ СУГЛОБІВ

А.В. Самохін, О.А. Бур'янов, В.В. Котюк, А.В. Анічкіна, І.П. Котюк, О.М. Петрошук
Міська клінічна лікарня №12 ГУОЗ та МЗ м.Києва, Міський центр ургентної травматології

Розробка та удосконалення діагностичного обладнання, що є абсолютно безпечним, неінвазивним та достатньо інформативним, залишається актуальним питанням. Термографія відома давно, але сучасні технології лише відносно нещодавно наблизили її роздільну здатність та чутливість до такого рівня, щоб вона могла мати достатню інформативність для дослідження дрібних анатомічних структур [10]. Розробка нових цифрових термографів та збільшення їх роздільної здатності та чутливості дозволяє більш точно та з меншими витратами проводити дослідження хворих. У багатьох випадках термографія є чи не єдиним допоміжним інструментальним методом обстеження, оскільки має такі суттєві переваги, як відносно низька вартість, відсутність іонізуючого випромінювання чи електромагнітних полів, абсолютна неінвазивність, безпечність, відсутність протипоказань, можливість діагностування та об'єктивізації скарг пацієнта на ранніх стадіях захворювання до появи рентгенологічних або ультрасонографічних змін тощо. Цей метод може широко застосовуватись як допоміжний або скринінговий при обстеженні вагітних жінок, дітей, може використовуватись в осіб із наявністю металофіксаторів, водіїв ритму тощо [10]. Точне визначення топографії ділянки гіперемії поблизу дрібного суглоба кисті чи стопи важливе для диференційної діагностики між артритом, тендовагінітом, ентезитом. Велике значення методу для виявленні захворювань на ранніх стадіях та об'єктивізації скарг хворих, що не мають інших підтверджень інструментальними методами дослідження, як при експертизі працездатності, обстеженні призовників тощо. До того ж цей метод дозволяє визначити ступінь активності запального процесу або оцінити ефективність лікування у кожному конкретному суглобі, дозволяє проводити швидкий та безпечний моніторинг за перебігом запального процесу. Адже часто ефективність проти-запальної терапії контролюється лише такими домінуючими у клініці характеристиками патологічного процесу, як біль та об'єм рухів у суглобі, а власне зміни температури в конкретній анатомічній ділянці залишаються поза увагою або описуються суб'єктивно. Необхідність в отриманні таких даних виникає, зокрема, при проведенні клінічних досліджень ефективності лікарських препаратів.

При оцінці термограм дрібних суглобів, де структури, що оцінюються, мають малі розміри та розташовані дуже близько одна від одної, необхідний уніфікований кількісний підхід, заснова-

ний на прецизійній точності визначення локалізації ділянки гіпер- або гіпотермії. І хоча до цього часу вчені неодноразово робили спроби розробити та стандартизувати методику кількісної оцінки тепловізіонних зображень [3, 5], досі більшість досліджень носить переважно якісний або напівкількісний характер. Ледве не єдиною методикою кількісної оцінки термограм кисті є метод, розроблений Pistolessi G.F., Acciarri L. та ін. (1979) [8]. Однак цей метод підходить краще для оцінки уражень судин та нервів кисті та передпліччя, ніж для оцінки запальних уражень суглобів, оскільки має суттєвий недолік — неможливість визначення локалізації дрібних суглобів кисті на термограмі через відсутність орієнтирів. Інші дослідження термографічної картини кисті в нормі та при патології оцінюють температурний розподіл переважно якісно [1, 9].

Для стандартизації термографічного дослідження дрібних суглобів ми розробили методику кількісної оцінки термограм, що ґрунтується на власних антропометричних дослідженнях. У даній статті ми наводимо її на прикладі дослідження термограм кисті. Існуючі роботи, що стосуються тепловізіонного дослідження кисті, переважно виявляють лише наявність термоасиметрії без прикріплення до певних стандартних орієнтирів (точок вимірювання температури) або обмежуються наведенням рисунків термограм кисті із зазначенням наявності на них "гарячих" зон без обґрунтованого кількісного аналізу змін [4, 7].

Мета дослідження. Розробити та обґрунтувати методику кількісної оцінки термограм дрібних суглобів.

Матеріали та методи. Розроблена методика кількісної оцінки термограм кисті ґрунтується на анатомо-рентгенологічних дослідженнях обох кистей 66 осіб віком від 18 до 60 років. Добровольцям проводили рентгенографію обох кистей на цифровому рентген-апараті ItalRay. Термографічне дослідження обох кистей з тилового та долонного боків проводилось на цифровому термографі розробки Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Вашкарева НАНУ, Інституту монокристалів НАНУ та фірми "Електрон-Оптронік" (Росія). Фоточутлива матриця пристрою складалась з 256x290 елементів. Розміри кожного елементу 50 x 9,6 мкм.

Результати та їх обговорення. Таким чином, факторами, що стримували використання термографії у діагностиці уражень та захворювань дрібних суглобів, були: недостатня роздільна здатність термографів попередніх поколінь, відсутність комп'ютерної обробки даних та прог-

рамного забезпечення для обчислення кількісних параметрів термограм, відсутність даних для визначення топографії суглобів по зовнішнім орієнтирам (адже на термограмах для визначення топографії тієї чи іншої анатомічної ділянки можливо відштовхуватись лише від зовнішніх контурів об'єкта), переважно якісний підхід до оцінки термограм, відсутність кількісних даних про нормальний розподіл температури у дрібних суглобах.

З метою збільшення чутливості та специфічності термографічного обстеження дрібних суглобів пропонується проводити їх дослідження на цифрових термографах з високою роздільною здатністю, використовувати кількісний підхід до оцінки термограм із залученням спеціального програмного забезпечення, адже не лише наявність "гарячої" або "холодної" ділянки, а й порушення закономірності розподілу температури в досліджуваній зоні може свідчити про патологічний процес. Про це свідчать дані, отримані Pistolesi G.F., Acciarri L. та ін. (1979), які показали, що термографічний рисунок кисті в нормі не є гомогенним і ця негомогенність розподілу температури достатньо постійна для того, щоб її можна було узагальнити [8].

Показаннями до термографічного дослідження дрібних суглобів є системні запальні захворювання сполучної тканини, дегенеративно-дистрофічні та інфекційні ураження суглобів, артропатії, новоутворення. На рис. 1 зображено клінічний випадок ентезиту й ураження проксимальних міжфалангових суглобів II-III пальців, міжфалангового суглоба I пальця кисті та ураження скронево-нижньощелепного суглоба у хворого на псоріатичний артрит. Ураження суглобів пальців кистей було виявлено на доклінічній стадії під час обстеження пацієнта із скаргами на болі в скронево-нижньощелепному суглобі. Це дало змогу встановити правильний діагноз та розпочати раннє лікування. Термографічний скринінг стоп та кистей (через велику кількість суглобів у них) рекомендується проводити родичам хворих на системні захворювання сполучної тканини або інші захворювання суглобів, щодо яких доведено спадковий механізм.

Кількісний підхід до оцінки термограм дрібних суглобів (суглоби кисті, стопи, скронево-нижньощелепний суглоб) з урахуванням їх топографії представлено на прикладі розробленої методики оцінки термограм кисті.

Кисті досліджуються окремо з тильного та долонного боків. Досліджуваним параметром обрано градієнт температури в клінічно значимих точках. Також градієнт температур вимірювали між найбільш теплими точками кисті та сусідніми стандартними обраними точками. При виявленні найбільш теплих ділянок поза обраними стандартними точками, що переважно відповідають ділянкам проекції суглобів, визначали можливий анатомічний утвір, що проектується в даній ділянці. Визначали основні типи термографічного рисунка (плямистий, вогнищевий, зниження температури до кінчиків пальців, підвищення температури до кінчиків пальців, термоампутація). Для стандартизації обстеження градієнт температур вимірювали наступним чином. Вимірювали температуру в 16 точках (відповідають суглобам пальців кисті та

променево-зап'ястковому суглобу) та за необхідності в додаткових точках й порівнювали її з середньою температурою дистальної третини передпліччя. Градієнт температури є величиною, обернено пропорційною температурі в досліджуваних точках (суглобах пальців кисті). Градієнт температури більше 0°C вказує, на скільки температура в даному суглобі кисті менша за температуру дистальної третини передпліччя, градієнт температури менше 0°C вказує, на скільки температура в даному суглобі кисті більша за температуру дистальної третини передпліччя. При дослідженні тильної поверхні кисті порівнювали її температуру з температурою задньої поверхні передпліччя, при дослідженні долонної — з передньою. Температуру в дистальній третині передпліччя вимірювали наступним чином. Визначали середню арифметичну температуру в трьох точках, які розташовані через рівні проміжки на лінії (Cx1), що знаходиться на ширину зап'ястка пацієнта проксимальніше найбільш тонкої ділянки зап'ястка (Cm), і ділять її на чотири рівні відрізки. Для визначення топографії суглобів пальців кисті ми провели визначення співвідношення довжин фаланг та п'ясткових кісток з урахуванням м'яких тканин подушечки нігтьової фаланги (рис. 2. А, В), оскільки в літературі нам не вдалось знайти інформації, що повною мірою відповідає меті дослідження [2, 6]. З метою наблизити отримані дані для практичного застосування ми округлили відсотки до таких, що є більш зручними при дослідженні суглобів кисті на практиці.

Локалізацію точок вимірювання температури по термограмі (рис. 2. С) проводили за допомогою інтерактивної лінійки (програми MB-Ruler, wRuler 1.08, Screen Calipers, JRuler Pro). Статистична обробка даних виконувалась за допомогою програми StatSoft. Statistica 7.

Висновок

Дистанційна термографія дрібних суглобів є чутливим та безпечним методом діагностики і повинна бути обов'язковим елементом комплексного обстеження. Розроблена методика кількісного термографічного дослідження дрібних суглобів кисті, яка базується на визначенні градієнту температур у клінічно значимих точках, може бути застосована для оцінки тепловізійних зображень інших анатомічних ділянок, зокрема стопи, може бути використана для верифікації діагнозу при запальних ураженнях суглобів кисті, спостереження за динамікою захворювання та ефективністю лікування, активного виявлення осіб з початковими проявами захворювань суглобів у групах ризику. Підвищення температури дрібних суглобів може бути одним із додаткових підтверджень захворювання за відсутності або сумнівності клінічних проявів та змін лабораторних показників, за необхідності документального підтвердження діагнозу на дорентгенологічній стадії (зокрема, у призовників або при експертизі непрацездатності) або в осіб, яким протипоказані рентгенологічні методи обстеження (вагітні).

РЕЗЮМЕ. Повышение температуры — классический симптом воспалительного процесса. В статье анализируются причины ограниченного использования дистанционной термографии в диагностике пораженных мелких суставов, предлагаются пути улучшения результатов термографи-

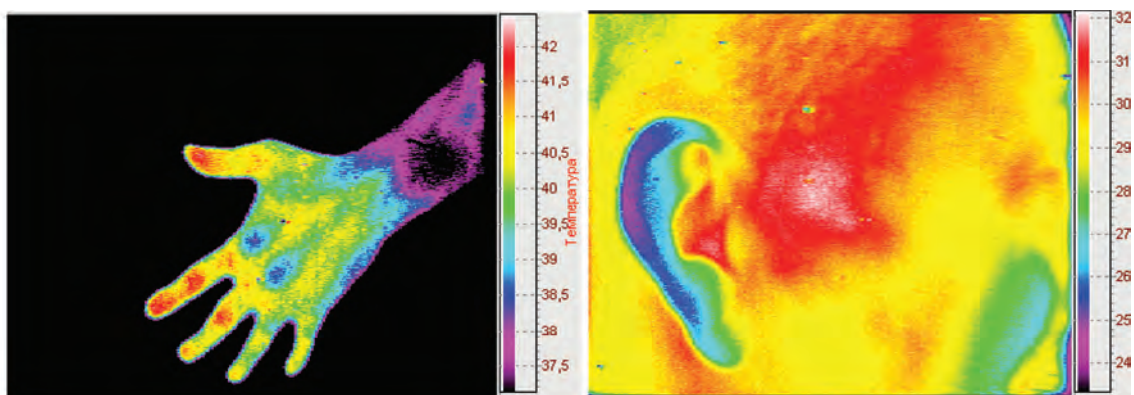


Рис. 1. Термографічні ознаки ентезиту й ураження проксимальних міжфалангових суглобів II—III пальців і міжфалангового суглоба I пальця лівої кисти (ліворуч) та ураження правого скронево-нижньощелепного суглоба (праворуч) у хворого на псоріатичний артрит (38 років)

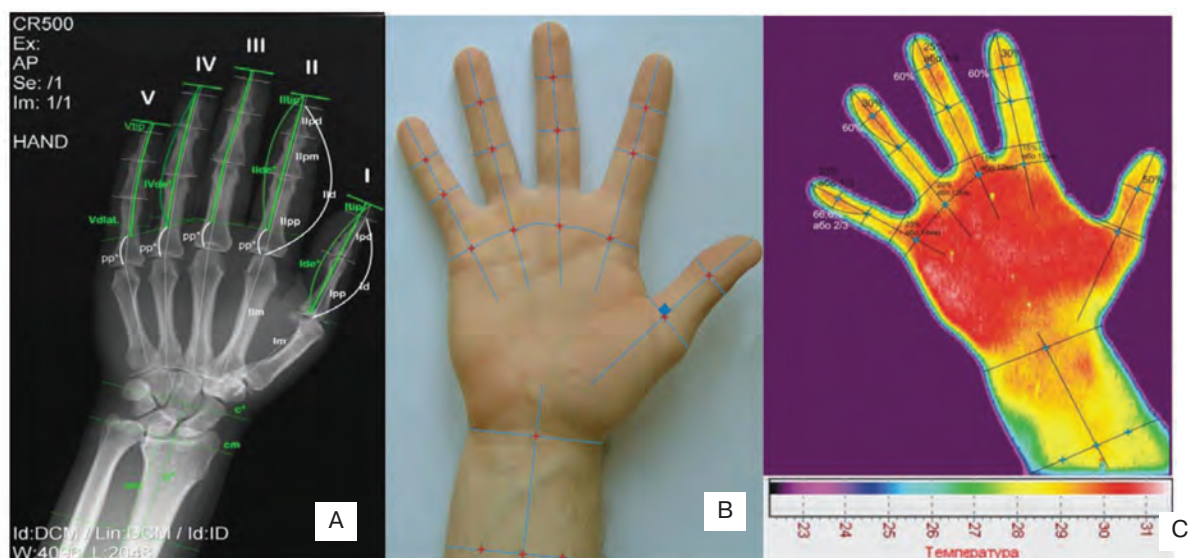


Рис. 2. Стандартні точки вимірювання температури на термограмах кисти пов'язані із локалізацією суглобів пальців кисти. Sx_1 – середня арифметична температура у трьох точках, які розташовані через рівні проміжки на лінії, що знаходиться на ширину зап'ястка пацієнта проксимальніше найбільш тонкої ділянки зап'ястка, і ділять її на чотири рівні відрізки, S_m – середня арифметична температура найбільш тонкої ділянки зап'ястка, $tip + rd$ – довжина нігтьової фаланги разом з м'якими тканинами кінчика пальця, pp^* – висота міжпальцевого проміжку (до ПФ суглоба), rd , pm , pr – дистальна, середня та проксимальна фаланги відповідно

ческой диагностики. На примере разработанной методики оценки термограмм кисти предложен новый достоверный подход к анализу данных термографического исследования мелких суставов.

Ключевые слова: термография, мелкие суставы, кисть, методика обследования.

SUMMARY. Heat is one of the classical symptoms of inflammation. In this article the causes of limited use of the distant thermography in small joints investigation are analyzed, the ways of improvement of the results are proposed. The new reliable method of evaluation of the data of the small joints thermography is proposed as an example of the hand joints quantitative assessment.

Key words: thermography, small joints, hand, assessment method.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малова М.Н., Минаев А.Ф., Эськин Н.А. Термографические исследования при ревматоидном полиартрите до и после оперативного лечения // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1983. — № 9: 28—31.

2. Сороковиков В.А., Сотниченко Б.А., Золотов А.С., Золотова Ю.А. Относительные размеры фаланг пальцев кисти и особенности иммобилизации дистального межфаланго-

вого сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2006. — №1: 92—94.

3. Bacon P. A., Collins A. J., Ring E.F.J.: Quantitative thermography in the assessment of rheumatoid arthritis and gout. *Acta Rheumatologica Portuguesa* 1974, No 2: 131—134.

4. Cole R. P., Jones S. G., Shakespeare P. G. Thermographic assessment of hand burns. *Burns* 1990, Vol. 16, Issue 1: 60—63.

5. Collins A. J., Ring E.F.J., Cosh J. A., Bacon P. A.: Quantitation of thermography in arthritis using multi-isothermal analysis 1. The thermographic index. *Ann. Rheum. Dis* 1974, V/33: 113—115.

6. Hamilton R., Dunsmuir R.A. Radiographic assessment of the relative lengths of the bones of the fingers of the human hand. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)* 2002, No 6, Vol. 27B: 546—548.

7. Ming Z., Zaproudina N., Sivola J., Nousiainen U., Pietikainen S. Sympathetic pathology evidenced by hand thermal anomalies in carpal tunnel syndrome. *Pathophysiology* 2005, No 12: 137—141.

8. Pistolesi GF, Acciarri L, Nogarín L, Cugola L. The thermographic hand. *Interior design* 1979, No 1, Vol. 62: 17—28.

9. Ring E.F.J. A thermographic index for the assessment of ischemia. *Acta Thermographica* 1980, Vol.5: 35—38.

10. Ring E.F.J. The historical development of thermal imaging in medicine. *Rheumatology* 2004, No 6, Vol. 43: 800—802.