

МЯСТО НА ТЕРМОГРАФИЯТА В РЕВМАТОЛОГИЧНАТА ПРАКТИКА

Д. Калинова и Р. Рашков
Клиника по ревматология, МУ – София

THE ROLE OF THERMOGRAPHY IN RHEUMATOLOGICAL PRACTICE

D. Kalinova and R. Rashkov
Clinic of Rheumatology, Medical University – Sofia

Резюме. Термографията е диагностичен метод, който създава карта на инфрачервен модел на изображение на тялото. Човешкото тяло излъчва инфрачервени лъчи, като по този начин се осъществява един от механизмите на топлообмен между повърхността на тялото и околната среда. Излъчваните инфрачервени лъчи от повърхността на кожата могат да се регистрират чрез термограф, като така се получава термограма. Температурата на кожата отразява състоянието в структурата на кожните съдове, както и промените в регулацията на съдовия тонус. Промяната в кожната температура е резултат от различни патологични процеси. В ревматологичната практика термографията е недостатъчно проучен метод, който може да подпомага диагнозата на различни заболявания (артрити, активирана остеоартроза, синдром на Рейно, рефлексна симпатикова дистрофия, склеродермия, мекотъканен ревматизъм, фибромиалгия, болест на Paget). Термографията може да се използва при проследяване ефекта от приложеното локално или системно лечение.

Ключови думи: термография, диагностичен метод, лечение

Summary. Thermography is a diagnostic method, which creates "a map of infrared thermal imaging of the human body". The human body radiates infrared energy; thus, one of the mechanisms of thermoregulation between surface of the body and environment is realized. The body's infrared radiations can be detected by a thermograph, as in this way a thermogram is obtained. Skin temperature is largely a reflection of the structural state of skin vasculature and the changes in the regulation of vascular tonus. Temperature change is a result of different pathological processes. Thermography is an insufficiently studied method, which can aid diagnosis of different diseases in rheumatological practice, such as rheumatoid arthritis, activated osteoarthritis, Raynaud's phenomenon, reflex sympathetic dystrophy, scleroderma, soft-tissue rheumatism, fibromyalgia, Paget's disease. Thermography can be used to monitor the effects of applied local or systemic therapy.

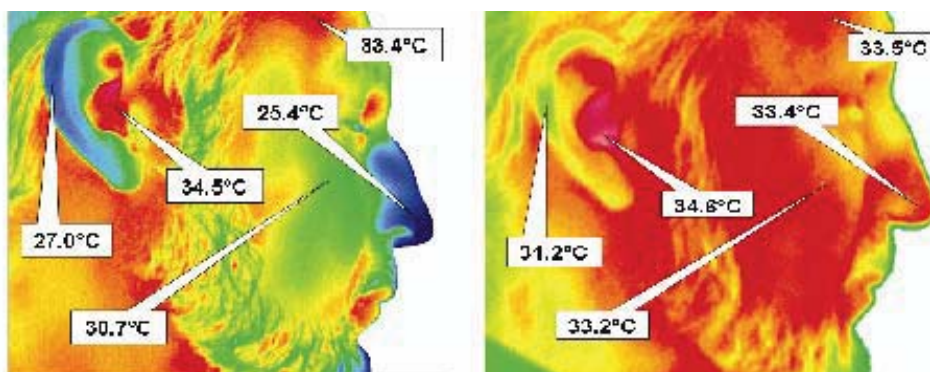
Key words: thermography, diagnostic method, therapy

Увод

Термографията е диагностичен метод, който създава карта на инфрачервен модел на изображение на тялото [16]. Човешкото тяло излъчва инфрачервени лъчи, като така се осъществява един от механизмите на топлообмен между повърхността на тялото и околната среда [1, 16]. Излъчваните инфрачервени лъчи от повърхността на кожата могат да се регистрират чрез термограф, при което се получава термограма. Термограмата е "температурното изображение", при което по цвета на

различните части на образа на тялото се съди за температурата им [16].

Нормално областите с най-висока повърхностна кожна температура са аксилите, ушните канали, предната част на челото, областта между пръстите на ръцете. Съответно областите с най-ниска температура са: носът, ушните миди, върхът на пръстите на ръцете и стъпалата [16], като в тези части на тялото има артерио-венозни анастомози, които при понижаване на околната температура рефлексорно се затварят и намаляват топлозагубата, в резултат на което се понижава кожната температура (фиг. 1) [1, 40].



Фиг. 1. Термографски образ при температура на околната среда съответно 15° C и 25° C

Температурата на кожата отразява състоянието в структурата на кожните съдове, както и промените в регулацията на съдовия тонус. Промяната в кожата температура е резултат от [40]:

- Структурни промени в кръвоносните съдове;
- Локално въздействие на възпалителните медиатори върху съдовия тонус;
- Нарушение в регулацията на съдовия тонус – например синдром на Рейно;
- Промяна в кожата проводимост – при изгаряния, склеродермия, кожни улцерации; присаждане на графтове, карциноматозна инфилтрация;
- Промяна в метаболитните процеси – при неопластични и възпалителни процеси – преанцерозните клетки и тъканите около развиващия се тумор са по-добре кръвоснабдени и в тях се осъществяват по-активни метаболитни процеси, което определя по-висока кожна температура.

Според различни научни изследвания термографията намира приложение в ревматологичната практика [16, 40]. Термографията може да се използва в диагностиката на:

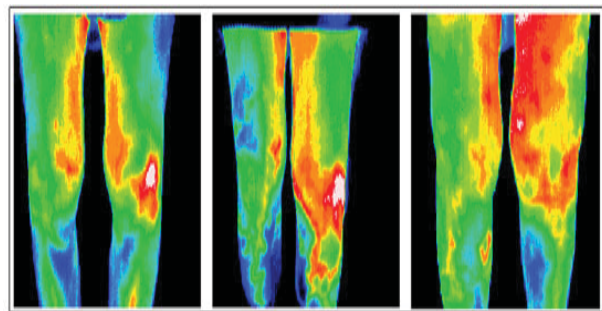
- Ревматоиден артрит [7, 11, 14, 18, 22];
- Други артрити и спондилити [4];
- Активирана остеоартроза [19, 20, 36, 38];
- Рефлексна симпатикова дистрофия [12, 28];
- Синдром на Рейно [13, 37];
- Склеродермия [5, 29];
- Фибромиалгия;
- Мекотъканен ревматизъм – бурсити, епикондилити, инсерционити и др. [23];
- Костна патология – болест на Paget [33, 40].

Различни автори описват ролята на термографията при мониториране лечението на пациенти с ревматоиден артрит [6], остеоартроза на ръцете и колената [21]; болест на Paget [33]. Има изследвания, които установяват значението на термографията при отчитане ефекта от вътреставната апликация на кортикостероиди или при приложението на болестомодифициращи средства (метотрексат, лефлуномид) при болни с ревматоиден артрит [7, 24].

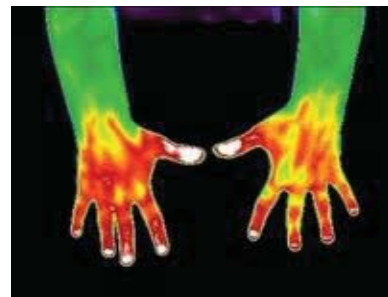
Ревматоидният артрит е хронично възпалително ставно заболяване, чиято основна клинична проява е ерозивно-деструктивният прогресиращ полиартрит. Началните симптоми на заболяването са болка, оток и сутрешна скованост в засегнатите стави [3]. Обикновено отокът на ставите се диагностицира лесно при клинич-

ния преглед. Доказано е, че в ранния стадий на ревматоидния артрит обективизирането на синовиата е възможно чрез сонографско изследване и/или ядрено-магнитен резонанс [35].

Друг, недостатъчно проучен метод, чрез който се установява оток в ставите при болни с ревматоиден артрит, е термографията. Температурата над възпалените стави определя степента на възпаление на ставите. Установено е, че чрез термографията може да се диагностицира синовит няколко седмици преди клиничните прояви на артритата [14]. Чрез термографията най-често се изследват колената, глезените, китките, метакарпофалангеалните и лакътните стави (фиг. 2, 3) [7, 22].



Фиг. 2. Термографски образ при артрит на ляво коляно



Фиг. 3. Артрит на малките стави на ръцете

Някои автори установяват, че температурата над възпалените стави, оценена чрез термография, корелира с клиничните прояви и лабораторните показатели за активност на артритата [23].

ЕСТРААРТИКУЛАРНИ ПРОЯВИ ПРИ РЕВМАТОИДЕН АРТРИТ

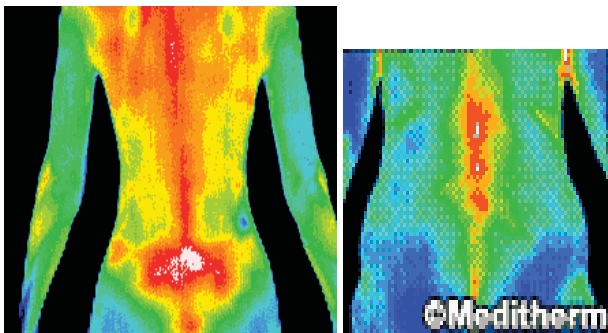
Ревматоидният артрит води до редица околоставни увреждания – бурсити, тендинити, теносиновити. При около 20% от болните може да се установят подкожни ревматоидни възли [3].

Теносиновитът на екстензорните сухожилия на ръката е свързан с хиперемия, в резултат на което се повишава топлинното излъчване, което може да се установи термографски [16].

Поплитеалните кисти не се изобразяват при термографията вероятно поради по-дълбокото им разположение и липсата на васкуларизация на стената им. Синовиалните кисти на лакътя се визуализират, защото са свързани с възпалената синовия на лакътната става [16].

Други артрити (реактивен, псориатичен). Възпалените стави при други видове артрити имат термографски образ, подобен на този при ревматоидния артрит. Не са описани отличителни термографски разлики за диференциране на различните видове артрити чрез термографията [16].

Анкилозиращият спондилоартрит (АС) е хронично възпалително заболяване, което засяга преди всичко аксиалния скелет (гръбначен стълб и сакроилиачни стави) и по-рядко – периферните стави и околоставните инсерции [3]. Чрез термографията се установява повишена температура над сакроилиачните стави, резултат от сакроилеит при активно заболяване. В литературата са представени термографски образи на спондилит при болни с анкилозиращ спондилоартрит (фиг. 4) [4].



Фиг. 4. Термографски образ на сакроилеит и спондилит при болен с АС

Острият дисцит, който се среща при някои болни с анкилозиращ спондилоартрит, е свързан с

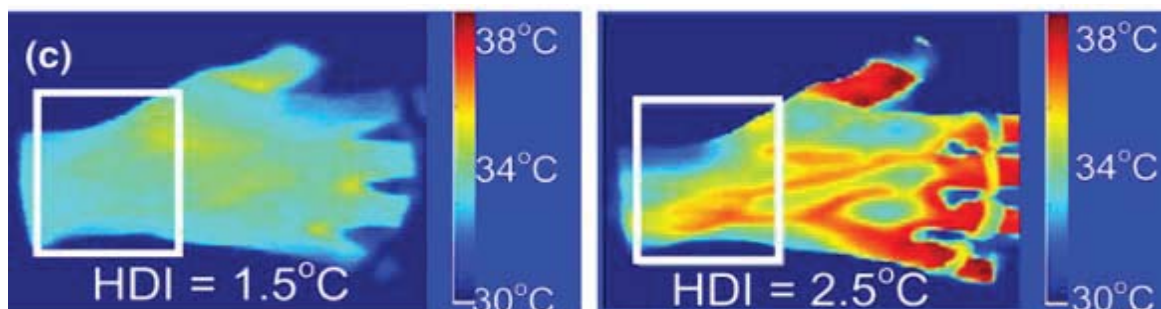
повишена температура на нивото на увреждане, вероятно дължаща се на мускулен спазъм [16].

Спондилозата и хроничните лезии на междупрешлените дискове предизвикват незначителни промени в термографския образ [16].

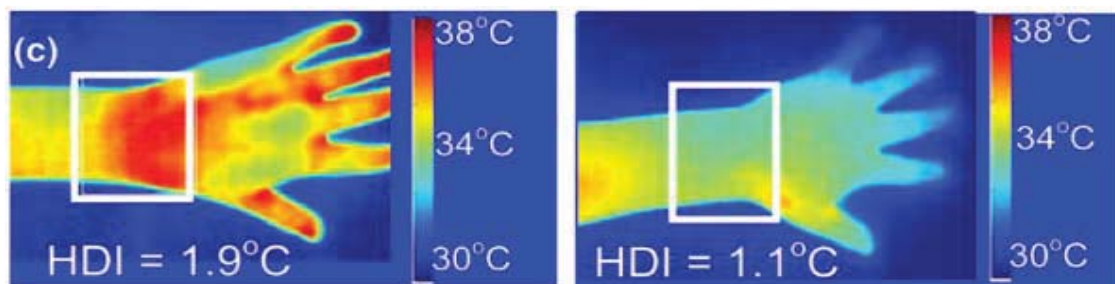
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА ТЕРМОГРАМАТА НА СТАВИ

Термограмата на интактните стави се характеризира с отрицателен температурен градиент от центъра към повърхността на ставата, без да се установяват локализиращи области на повишена температура. Температурният градиент е 2-3° С. Термографският образ на синовиата се характеризира със загуба на отрицателния температурен градиент или с представяне на области с повишена температура. Различни автори установяват, че нарушаването на температурния градиент във възпалените стави се дължи на повишената васкуларизация във възпалената синовия и съответно на развиващия се шънт от дълбоките вени към повърхностните кожни съдове [34].

Физиологичните вариации в температурата, резултат от циркадния ритъм и протичащите метаболитни процеси, са причина за неточността на метода при оценка на възпалението чрез абсолютната кожна температура [15]. Термографските показатели, които се използват за оценка активността на артрит и мониториране на ефекта от приложеното лечение, са термографският индекс (thermography index) и индексът на температурно разпределение (heat distribution index). Индексът на температурно разпределение не се влияе от вариациите в циркадния ритъм и корелира по-добре със степента на ставно възпаление (фиг. 5, 6). Този индекс е обективен показател за терапевтичното повлияване при пациенти с ревматоиден артрит [34].



Фиг. 5. Индекс на температурно разпределение при артрит в ремисия и при обостряне



Фиг. 6. Индекс на температурно разпределение преди и след вътреставна апликация на кортикостероид

М. Devereaux и сътр. проследяват 20 болни със серопозитивен ревматоиден артрит в период от 12 месеца. Наред с различните показатели за болестна активност – ставен индекс, VAS за болката, сила на хващане, сутрешна скованост, хемоглобин, СУЕ, С-реактивен протеин, те оценяват степента на ставното възпаление чрез термография на колена, глезени, лакти и китки. Получават индекса на температурно разпределение за всяка една от изследваните стави и установяват, че термографията е чувствителен метод за оценка на активността на ревматоидния артрит в средните по размер стави. Установяват корелация между резултата от термографията, конкретно индекса на температурно разпределение, и сутрешната скованост, СУЕ, силата на хващане, VAS за болката и ставния индекс [18]. Според други автори термографията не е достатъчно точен метод при изследване на малките стави при болни с ревматоиден артрит [31].

Остеоартрозата е заболяване, което се характеризира рентгенографски като постепенно развиващ се процес на формиране на остеофи-

ти, стесняване на ставната междина, костни ерозии с последващо ставно моделиране [36]. Рентгенографските промени при остеоартроза се класифицират в четири стадия по Kellgren. В литературата има описани различни изследвания, свързани с оценка на термографския образ при болни с остеоартроза [19, 20, 36, 38]. Термографията е метод, който се използва за проследяване ефекта от приложената терапия при болни с остеоартроза – например повлияване на температурния образ при гонартроза след вътреставна апликация на кортикостероид. Р. Дьерре и сътр. установяват значително намаляване на повърхностната кожна температура на коляното след вътреставно приложение на кортикостероид [21].

Г. Verjū и сътр. оценяват температурата на ниво дистални и проксимални интерфалангеални и метакарпофалангеални стави чрез термография при болни с остеоартроза на ръцете (фиг. 7). Изследват 91 пациенти с остеоартроза на ръцете, като при всеки болен се прави термография и рентгенография на пръстите на ръцете.



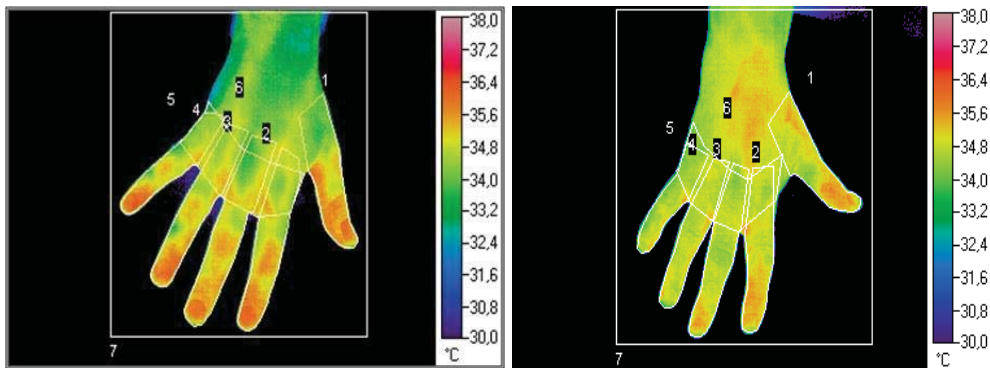
Фиг. 7. Термографски, рентгенографски и макроскопски образ на пациент с остеоартроза

Установява се най-висока температура при I рентгенов стадий, който се характеризира със субхондрална остеоосклероза. Това подкрепя схващането за ролята на възпалителните процеси или на повишения субхондрален костен метаболизъм в началните стадии на остеоарт-

розата. С прогресиране на рентгенографските промени (II-IV рентгенов стадий) повърхностната температура, оценена термографски, значително намалява. Костните ерозии в сравнение със здрави стави не са свързани с промяна в термографския образ [36]. Резултатите наподо-

бяват получените при костната сцинтиграфия на ръцете. Различни автори установяват повишено поглъщане на радиофармацевтика в началните стадии на остеоартрозата, което отразява повишения костен метаболизъм. Чрез термографията и костната сцинтиграфия се оценяват физиологичните промени в ставите, което предхожда развитието на рентгенографските промени [8, 19, 25]. Н. Warashina и сътр. установяват подобни термографски промени при болни с гонартроза [38].

N. Borojević и сътр. сравняват средната кожна температура на палмарната и плантарната повърхност на ръцете при здрави, при пациенти с ревматоиден артрит и с остеоартроза. Установяват статистически значима разлика на средната температура между трите групи, съответно болните с ревматоиден артрит имат най-висока температура, докато термографският образ при остеоартроза се характеризира с по-ниска (фиг. 8). Най-ниска повърхностна кожна температура на ръцете се регистрира при здрави индивиди [10].



Фиг. 8. Термографски образ на плантарна повърхност на ръката при ревматоиден артрит и остеоартроза

Въпреки въздействието на различни фактори, повлияващи повърхностната кожна температура, различни автори установяват, че средната кожна температура може да се използва като показател за оценка на възпалителния процес в ставите, т.е. термографията е неинвазивен, чувствителен метод, който намира своето приложение при проследяване тежестта на възпалителния процес при болни с ревматоиден артрит [27].

Синдромът на Рейно е епизодична, обратима, периферна исхемия, която се провокира от студов или емоционален фактор. Синдромът на Рейно е проява при около 40 заболявания, сред които различни системни заболявания на съединителната тъкан (системен lupus erythematosus, прогресивна системна склероза, миозит) и различни професионални заболявания [40].

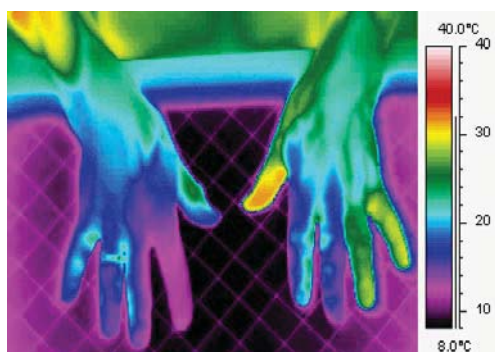
Обикновено при здрави индивиди съществува незначителна температурна разлика между върха на пръстите и китките. При пациенти със синдром на Рейно температурният градиент е около 4-5° C. Термографията на ръцете се провежда преди и след излагане на студ (потопяне на ръцете в съд с вода с t 20° C за 1 min), което повишава чувствителността на метода при диагностициране на дигиталния вазоспазъм. При здрави лица температурата на ръката се възстановява за около 10 min (фиг. 9). В някои случаи се установява активна хиперемия на пръстите на ръцете. След затопляне се наблюдава положителен градиент, т.е. температурата в дисталната част на пръстите на ръцете е по-висока и се възстановява по-бързо в сравнение с проксималната част [40].



Фиг. 9

Установено е, че при синдрома на Рейно температурата дистално е по-ниска и се възстановява по-бавно след излагане на студ. Температурната разлика между дисталната и проксималната част е показател, чрез който се различава термографският образ при здрави и при пациенти със синдром на Рейно. При здрави индивиди се установява значително по-висока температурна разлика в сравнение с пациенти с феномен на Рейно [40].

Синдромът на Рейно се характеризира с повишена загуба на топлина в пръстите на ръцете. При здрави температурата се понижава до около 0°C , докато при пациенти със синдром на Рейно температурната загуба е между -4°C и -8°C . При синдрома на Рейно се установява асиметрия при затопляне на двете ръце (фиг. 10) [32].



Фиг. 10. Термографски образ при синдром на Рейно

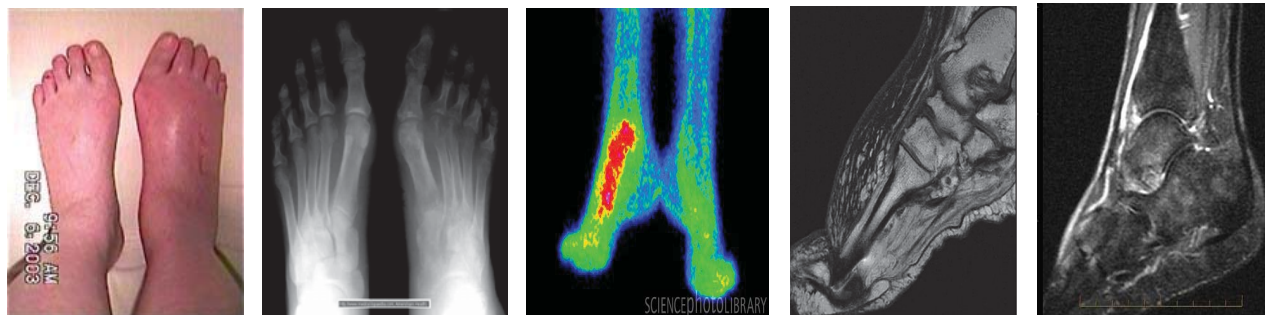
Алгодистрофия. Според International Association for study of Pain алгодистрофията се дефинира като продължителна болка в част от крайника след травма (вкл. фрактура), при която не е налице засягане на нерв, асоциирано със симпатикусова хиперактивност. Алгодистрофията се характеризира с болка, оток, вазомоторни симптоми и дистрофични кожни промени в засегнатия крайник [2].

Повърхностната кожна температура е резултат от взаимодействието на централни и локални регулаторни механизми. Промяната в кожната температура (хипо- или хипертермия) е резултат от автономната дисфункция. Алгодистрофията е заболяване, което се асоциира с автономна дисфункция, съответно симпатикусова хиперактивност [26]. Оценката на кожната температура чрез инфрачервената термография може да се използва при диагностициране на алгодистрофията [12, 26].

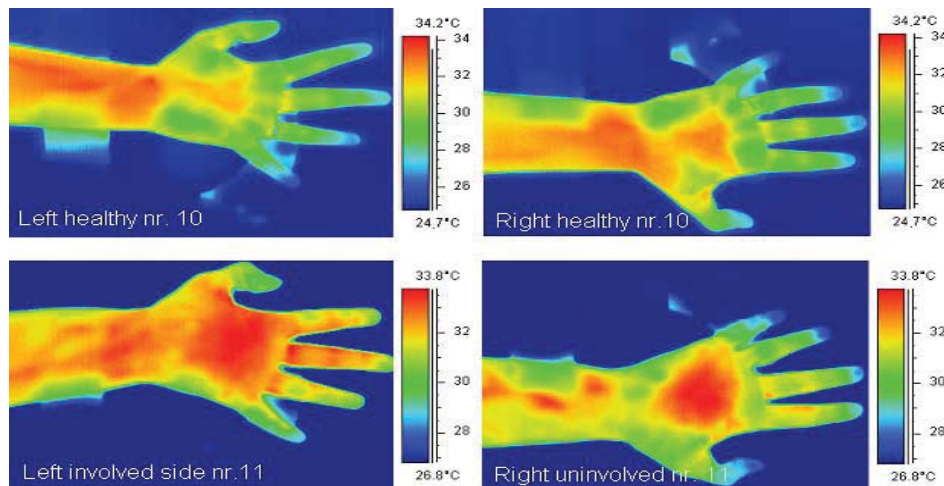
Термографията е валидиран метод, като на настоящия етап резултатът от термографския образ се тълкува заедно с клиничните симптоми и резултатът от другите образни изследвания – рентген, сцинтиграфия, магнитнорезонансно изследване (фиг. 11) [12].

При термографията се оценява температурата на няколко симетрични точки на засегнатия и контралатералния крайник. При болните с алгодистрофия се установява температурна асиметрия от $0,6^{\circ}\text{C}$ до 1°C , което се приема за положителен термографски показател. Подобна температурна разлика не се наблюдава при здрави контроли. Чрез термографията не се установява разлика в отговора към студови стимули между болни с алгодистрофия и здрави пациенти. Термографските промени предшават рентгеновите и сцинтиграфските изменения [12, 39]. Според F. Niehof и сътр. специфичността и чувствителността на термографията при болни с алгодистрофия е съответно 85 и 71% [30].

Клиничният ход при алгодистрофия е в три стадия – остър, дистрофичен и атрофичен [2]. Термографското изображение зависи от клиничния стадий. Острият стадий продължава около 3-4 седмици, характеризира се с болка, оток на засегнатия крайник и с термографски образ на повишена повърхностна кожна температура (фиг. 12) [12].



Фиг. 11. Макроскопски, рентгенов, сцинтиграфски и ЯМР образ при пациент с алгодистрофия на дясното стъпало



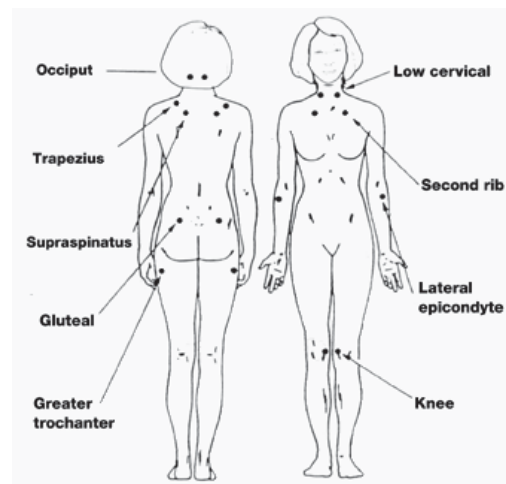
Фиг. 12. Термографски образ на алгодистрофия в остър стадий

Термография, проведена в дистрофичния или атрофичния стадий на алгодистрофията, се характеризира с по-ниска температура на засегнатия крайник в сравнение със здравия [12].

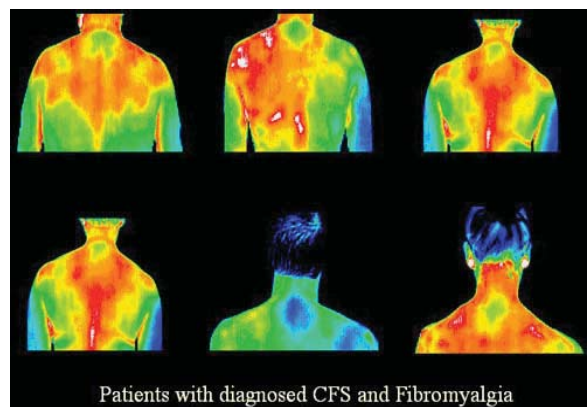
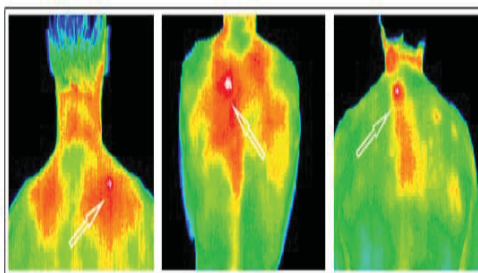
Фибромиалгичният синдром (ФМС) е клинично добре оформен, неставен ревматичен синдром, който се характеризира с хронична, дифузно-разпространена мускулно-скелетна болка, маркирана от болка при натиск в т.нар. болезнени точки, намиращи се на точно определени места в самия мускул или в неговата фасция [2]. Основното при диагностиката на фибромиалгията са наличието и броят на болезнените точки, които са точно дефинирани от ACR (фиг. 13).

Основният диагностичен метод при фибромиалгията е долориметрията, чрез който се регистрира броят болезнени точки. Друг метод, който намира приложение в диагностиката на ФМС, е термографията [2]. При нея над активните болезнени точки се регистрира зона – 5-10 см, с повишена температура (фиг. 14, 15). Уста-

новена е повишена кожна проводимост над болезнените точки [2].



Фиг. 13. 18 основни болезнени точки. Болка в поне 11 от 18-те основни болезнени точки поставя диагнозата фибромиалгия



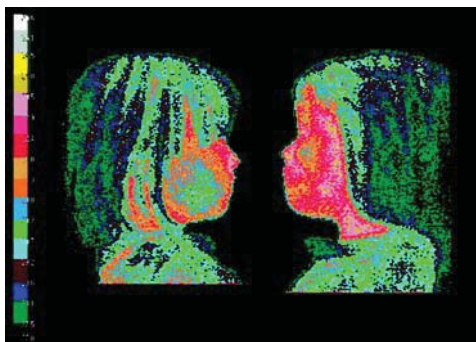
Фиг. 14 и фиг. 15. Термографски образ при пациенти с фибромиалгия

Регистрирането на повишена температура термографски и установяването на уплътнения (миогелози) в същите места предполага наличието на органика, чието доизясняване е въпрос на бъдещи изследвания [2].

Интерес предизвиква приложението на термографията при **локализираните форми на склеродермия** – morphea, лентовидна склеродермия, възли, регионална склеродермия на отделни крайници и части от тялото, дисеминирана форма с множество плаки, лицева хемиатрофия на Romberg [29]. Локализираната склеродермия се характеризира в ранните стадии с възпаление, което по-късно се последва от прогресираща фиброза, засягаща кожата и подлежащите тъкани. Степента на кожно засягане при системната склероза се оценява чрез Rodnan скор, докато при изолираните форми на склеродермия няма валидиран и приложим скор за оценка [17].

R. Allen и сътр. (1987) за пръв път описват приложението на термографията за оценка активността на кожните лезии при локализирана форма на склеродермия при пациент с бързо-прогресираща генерализирана morphea. Установяват, че клиничното подобрене при болния след проведената терапия е съпроводено с промяна в термографския образ – понижаване на температурата над кожните лезии [5].

По-късно G. Martini и сътр. сравняват термографското изображение с клиничната характеристика на лезиите при деца с ограничена форма на склеродермия. Описват, че кожните лезии, които са хиперемирани, затоплени, оточни, имат висока повърхностна кожна температура и ги определят като активни. Неактивните лезии са бледи, кафеникави, като при термографията не се установява повишена температура (фиг. 16) [29].



Фиг. 16. Област на хипертермия над лявата половина на лицето при склеродермия "coup de sabre"

Според G. Martini и сътр. чувствителността на метода при оценка на активността е 92%, специфичността – 69%. Термографските образи на новите кожни лезии имат специфичност

87,5%, което доказва, че термографията отразява промяната в кръвотока, което е характерно за началните стадии на болестта. G. Martini и сътр. предполагат, че термографията, заедно с клиничната оценка, е обещаващ метод при диагностициране на локализираните форми на склеродермия в ранните стадии, както и при мониториране отговора към приложената терапия [29].

A. Binder и сътр. описват приложение на термографията при установяване на латерален епикондилит, т.нар. тенис лакът. Термографският образ се характеризира с локализирана област на повишена температура с 1-3°C в близост до латералния епикондил [9].

Болестта на Paget (деформиращият остейт) е заболяване с неизвестна етиология, с мозаична картина на едновременно развиващи се фокална костна резорбция и костно образуване, с изразена фиброза [2]. Характеризира се с повишена васкуларизация в засегнатата кост [40]. Установено е, че инфрачервената термография е метод, който намира приложение при болни с болестта на Paget, тъй като температурата на повърхността на кожата над засегнатата кост е повишена, което се отчита термографски. Оценена е ролята на термографията при проследяване ефекта от лечението при болест на Paget, ангажираща тибията, черепа и костите на предмишницата [40]. Рентгеновите изменения в хода на терапията са бавни и не са надежден метод при мониториране на лечението. Костните маркери – алкална фосфатаза в серум и хидроксипролин в урина, са полезни, но при някои пациенти са незначително повишени и това затруднява проследяването им в динамика. Предполага се, че промяната в термографския индекс е чувствителен показател при проследяване хода на болестта и отговора към лечението с калцитонин или бифосфонати [33]. Термографските образи на засегнатата кост могат да предсказват ефекта от терапията и обострянето на болестта [40].

Извод

Термографията е неинвазивен, безвреден метод, чрез който се регистрират промените в кожната температура при различни патологични процеси. В ревматологичната практика термографията може да се използва както в диагностиката на някои нозологични единици (ревматоиден артрит, анкилозиращ спондилоартрит, болест на Paget, синдром на Рейно, алгодистрофия, мекотъканни прояви, фибромиалгия), така и при мониториране ефекта от приложената терапия.

В бъдещата ревматологична практика на термографията се възлагат надежди относно диаг-

ностицирането на броя оточни стави преди и по време на приложението на биологични средства и при отчитане ефекта от биологичната терапия.

Библиография

1. Пирьова, Б и Н. Начев. Физиология на човека, APCO, 2000, 254.
2. Рашков, Р. и Й. Шейтанов. Практическо ръководство по ревматология, С., ЦИМ, 2002, 184-191, 213-215.
3. Шейтанов, Й. Ревматични болести, кратък курс. С., 1998, 8-12, 28.
4. Agarwal, A., K. Lloyd et P. Dovey. Thermography of the spine and sacroiliac joints in spondylitis. – *Rheumatology*, 10, 1970, № 7, 349-355.
5. Allen, R. C. et al. Localized scleroderma: treatment response measured by infrared thermography. – *Rheumatology*, 1987, № 2, 550-559.
6. Bacon, P. A. E. J. F. Ring et A. J. Collins. Thermography in the assessment of anti-rheumatic agents. – In: *Rheumatoid arthritis*. G. Gordon et B. Hazleman. (Eds.). Amsterdam, Elsevier, 1977, 463-475.
7. Bacon, P. A. et al. Thermography in the assessment of inflammatory arthritis. – In: *Clinics in Rheumatic Diseases*. M. I. V. Jayson. (Ed.). London, WB Saunders Company Ltd, 1976, 51-66.
8. Balblanc, J. C. et al. Progression of digital osteoarthritis: a sequential scintigraphic and radiographic study. – *Osteoarthritis Cartilage*, 1995, № 3, 181-186.
9. Binder, A. G. Parr, P. Page et B. Hazleman. A clinical and thermographic study of lateral epicondylitis. – *Br. J. Rheum.*, 22, 1983, 77-81.
10. Borojevic, N. Thermography of rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *ELMAR*, 2011 Proceedings, 2011, 293-295.
11. Brenner, M. et al. Thermal signature analysis as a novel method for evaluating inflammatory arthritis activity. – *Ann. Rheum. Dis.*, 63, 2006, № 3, 306-311.
12. Bruehl, S. et al. Validation of thermography in the diagnosis of reflex sympathetic dystrophy. – *Clin. J. Pain*, 12, 1996, № 4, 316-325.
13. Cherkas, L. et al. The use of portable radiometry to assess Raynaud's phenomenon: a practical alternative to thermal imaging. – *Rheumatology*, 40, 2001, 1384-1385.
14. Collins, A. J. et al. Thermography and radiology: complementary methods for the study of inflammatory diseases. – *Clin. Radiol.*, 27, 1976, 237-243.
15. Conroy, R. et J. N. Mills. Temperature: human circadian rhythms. London, Churchill, 1970, 18-26.
16. Cosh, J. A. et E. F. J. Ring. Thermography and rheumatology. – *Rheum. Phys. Med.*, 7, 1967, 342-348.
17. Denton, C. Assessment of skin involvement in scleroderma. Centre of skin involvement, Royal Free Hospital, London, U. K., First EULAR/EUSTAR course.
18. Devereaux, M. D. et al. Disease activity indexes in rheumatoid arthritis: a prospective, comparative study with thermography. – *Ann. Rheum. Dis.*, 44, 1985, 434-437.
19. Dieppe, P. et al. Prediction of the progression of joint space narrowing in osteoarthritis of the knee by bone scintigraphy. – *Ann. Rheum. Dis.*, 52, 1993, 557-563.
20. Dieppe, P., E. Ring et B. Cadge. Thermal patterns of osteoarthritis knees and hands. – In: *Recent advances in medical thermology*. E. Ring et B. Phillips. (Eds.). New York, Plenum Press, 1984, 459-462.
21. Dieppe, P. et al. Intra-articular steroids in osteoarthritis. – *Rheumatol. Rehabil.*, 19, 1980, 212-217.
22. Engel, J. M. Thermology in rheumatology. – In: *Recent Advances in Medical Thermology*. E. F. G. Ring et B. Phillips. (Eds.). New York, Plenum Press, 1984, 425-427.
23. Fraser, S. D. Land et R. D. Sturrock. Microwave thermography – an index of inflammatory joint disease. – *Br. J. Rheumatol.*, 26, 1987, 37-39.
24. Hall, N. D. et al. A combined clinical and immunological assessment of four cyclophosphamide regimens in rheumatoid arthritis. – *Agents Actions*, 9, 1979, 97-102.
25. Hutton, C. W. et al. 99mTc HMDP bone scanning in generalized nodal osteoarthritis – II. The four hour bone scan image predicts radiographic change. – *Ann. Rheum. Dis.*, 45, 1986, 622-626.
26. Iwase, S. et al. Effects of increased ambient temperature on skin sympathetic nerve activity and core temperature in humans. – *Neurosci. Lett*, 327, 2002, 37-40.
27. Jiang, L. J et al. a perspective on medical infrared imaging. – *J. Med. Eng. Technol.*, 29, 2005, 257-267.
28. Marshall, A. et A. J. Crisp. Reflex sympathetic dystrophy. – *Rheumatology*, 39, 2000, № 7, 692-695.
29. Martinti, G. et al. Juvenile onset localized scleroderma activity detection by infrared thermography. – *Rheumatology*, 41, 2002, 1178-1182.
30. Niehof, S. et al. Thermography imaging during static and controlled thermoregulation in complex regional pain syndrome type I: diagnostic value and involvement of the central sympathetic system. *Biomedical Engineering Online*, 2006, № 5, 30.
31. Rajapakse, C. et al. Thermography in the assessment of peripheral joint inflammation – a re-evaluation. – *Rheumatol Rehabil.*, 20, 1981, 81-87.
32. Ring, E. F. J. Quantitative thermal imaging. *Clin Phys Physiol*, 11, 1990, 95-97.
33. Ring, E. F. J. et J. Davies. Thermal monitoring of Paget's disease of bone. – *Thermology*, 1990, № 3, 167-172.
34. Salisbury, R. S. et al. Heat distribution over normal and abnormal joints: thermal pattern and quantitation. – *Ann. Rheum. Dis.*, 42, 1983, 494-499.
35. Spalding, S. et al. Three-dimensional and thermal surface imaging produces reliable measures of joint shape and temperature: a potential tool for quantifying arthritis. – *Arthritis Res. Ther.*, 10, 2008, 10.
36. Varju, G. et al. Assessment of hand osteoarthritis: correlation between thermographic and radiographic methods. – *Rheumatology*, 43, 2004, 915-919.
37. Von Bierbrauer, A. et al. Infrared thermography in the diagnosis of reflex sympathetic dystrophy. – *Clin. J. Pain*, 12, 1996, 316-325.
38. Warashina, H. et al. Clinical, radiographic and thermographic assessment of osteoarthritis in the knee joints. – *Ann. Rheum. Dis.*, 61, 2002, 852-854.
39. Wasner, G. et al. Skin temperature side differences – a diagnostic tool for CRPS? – *Pain*, 98, 2002, № 1-2, 19-26.
40. Will, R. K. et al. Infrared thermography: what is its place in rheumatology. – *Br. J. Rheumatol.*, 31, 1992, 337-344.

Постъпил за печат на 13 декември 2011 г.

✉ Адрес за кореспонденция:

Д-р Д. Калинова
Клиника по ревматология
Медицински университет
ул. "Урвич" № 13
1612 София

✉ Address for correspondence:

D. Kalinova, M. D.
Clinic of Rheumatology
Medical University
13, Urvitsh Str.
Bg – 1612 Sofia